Zur Konvergenz von Technologie und Denken

Hypertext und Internet

eingereicht von:

Helmut Wimmer
9026218

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades
Magister rerum socialium oeconomicarumque
(Mag. rer. soc. oec.)
Magister der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften

Sozial und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Universität Wien

Studienrichtung: Betriebsinformatik

Betreuer:
Ass. Prof. Doz. Dr. Thomas Grechenig
Institut für Softwaretechnik, TU Wien

Univ. Ass. Dr. Peter Purgathofer
Institut für Gestaltungs- und
Wirkungsforschung, TU Wien

Wien, im Jänner 1997

Für Stella und Sonja

Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Zusammenwachsen des Konzeptes von Hypertext und dem weltumspannenden Datennetz Internet. Durch die globale Verbreitung der Theorie des Hypertext im World Wide Web, einem Bestandteil des Internet, sollen Theorien, die Hypertexte als bessere Wissens- und Informationsdarstellung ansehen, dargestellt werden.

Ein Hauptaugenmerk wird dabei auf die historische Entwicklung von Hypertext und Internet gelegt. Das World Wide Web wird als der zentrale Bestandteil der Verschmelzung der beiden Konzepte in einem eigenen Kapitel behandelt.

Vor allem die geschichtliche Entwicklung des Internet, woher es kam und warum es sich so entwickelte, wie es sich entwickelte, war eine der Fragen, auf die ich eine Antwort suchte, aber keine befriedigende Auskunft bekam. Darum ist diesem Kapitel auch der breiteste Raum in dieser Diplomarbeit vorbehalten.

Ich möchte an dieser Stelle auch bei meinen Betreuern, Herrn Dr. Thomas Grechenig und Herrn Dr. Peter Purgathofer, für die Betreuung im Laufe der Arbeit bedanken.

Abstract

The work presented in this dissertation deals with the convergence of the theories of hypertext and the evolution of the Internet. By using the techniques developed in hypertext research, the Internet is the medium of transportation for the concepts of hypertext.

Above all, the historic development and evolution of the theories of hypertext and the expansion of the Internet are portrayed within here.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis i
Abbildungsverzeichnis iii

1. Einleitung 1

2. Die Denkweisen des Gehirns 5
2.1 Das Gehirn als Ort des Denkens 6
2.2 Repräsentation von Wissen 8
2.3 Vergessen können oder Vergessen wollen ? 11
2.4 Schrift überwindet Zeit und Raum 12
2.5 Delinearisierung von Informationen 14
2.6 Die neuen Gedächtnishilfen 16
2.7 Neue Wissensstrukturen 18

3. Die Geschichte von Hypertext 20
3.1 Was ist Hypertext ? 21
3.2 Die erste Hypertext „Vision“ 24
3.3 Hypertext - ein Name wird geboren 28
3.4 Die Vermehrung menschlichen Wissens 32
3.5 Hypertext verläßt die Universität 36
3.6 Hypertext bekommt einen Rahmen 38
3.7 Hypertext bekommt Beine 40
3.8 Hypertext setzt sich durch 42
3.8.1 Symbolics Document Examiner 42
3.8.2 Guide 42
3.8.3 HyperTIES 43
3.8.4 NoteCards 44
3.8.5 InterMedia 45
3.8.6 HyperCard 45

3.9 Hypertext umspannt die Welt 47

4. Die Geschichte des Internet..... 49

4.1 Theoretische Grundsätze & der Atomkrieg 50

4.2 Das ARPANET entsteht 55

4.3 Das „internet problem“ und TCP 62

4.4 And the winner is: TCP/IP 66

4.5 Das Militär verabschiedet sich 72

4.6 Der erste Backbone: das NSFNET 76

4.7 Goodbye ARPANET, Welcome Internet 83

4.8 Richtige Benutzeroberflächen: Gopher und WAIS 85

4.9 Der 25. Geburtstag 91

4.10 Das Internet Heute 93

5. Das World Wide Web 96

5.1 Der Projektvorschlag 97

5.2 Die ersten Browser 101

5.3 Die „killer application“: Mosaic 104

5.4 Das WWW startet durch 108

5.5 It’s hot: Java 112

5.6 Die Gegenwart (in Zahlen) 114

5.7 Hyper-G: die Alternative? 116

6. Zukünftige Entwicklungen 117

6.1 Die Zukunft des WWW 118

6.2 Soziale Veränderungen 122

7. Conclusio..... 124

Anhang

A. Zeittafel Hypertext 128
B. Zeittafel Internet 131
C. Zeittafel World Wide Web 140
D. Literaturverzeichnis 143

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1: Hypertext 21
Abb. 3.2: Memex 26
Abb. 3.3: Adresse in Xanadu 29
Abb. 3.4: Hierarchische Struktur in NLS 33
Abb. 3.5: geteilte Anzeige in NLS 34
Abb. 3.6: Knowledge Mangement System 39
Abb. 3.7: Guide Link Typen 43
Abb. 3.8: NoteCards 44
Abb. 4.1: Paketvermittlung 53
Abb. 4.2: Telnet Session 58
Abb. 4.3: File Transfer Protocol 59
Abb. 4.4: File Transfer Protocol Session 60
Abb. 4.5: Der 94.000 Meilen-Test 64
Abb. 4.6: USENET Newsgroups 67
Abb. 4.7: e-Mail Programm: PINE 71
Abb. 4.8: Internet Society 81
Abb. 4.9: Gopher Menüs 86
Abb. 4.10: Anzahl der Hosts im Internet 94
Abb. 4.11: Verteilung der Domains im Internet 95
Abb. 5.1: Mosaic 105
Abb. 5.2: Hypertext Markup Language (HTML) 106
Abb. 5.3: Netscape 109
Abb. 5.4: Arena Browser für HTML 3.0 111
Abb. 5.5: Übertragene Bytes 113
Abb. 5.6: Verwendete Browser im WWW 114
Abb. 5.7: Anteil Männer/Frauen im Internet 115

1. Einleitung

Dies ist eine Diplomarbeit der „neuen“ Art. Dabei bezieht sich „neu“ nicht auf die Art der Erstellung oder den Inhalt, sondern auf die Art und Weise, wie die Informationen über das Thema beschafft wurden.

Für herkömmliche oder „alte“ Diplomarbeiten mußten (bis vor vielleicht 1-2 Jahren) die zu recherchierenden Daten und Referenzen mühsam und unter teilweise großem Zeitaufwand aus Büchern gesucht werden. Dazu war es nötig, sich in entsprechende Bibliotheken zu begeben und dort unter abertausenden Kärtchen nach der Nummer eines Buches zu suchen, dessen Titel man vielleicht nicht vollständig oder nur ungefähr kannte. Hatte man das Buch gefunden (bzw. die Nummer des Buches, mit der man es dann finden konnte), so war es, nach Murphy’s Gesetz, natürlich ausgeliehen und frühestens in einem Monat verfügbar.

Verfügte die Bibliothek über eine Datenbank auf dem Computer, so konnte das Suchen zwar effizienter und schneller gestaltet werden, die (unerfreulichen) Ergebnisse blieben aber dieselben: das Buch war zwar vorhanden, aber im Moment nicht verfügbar. Eine andere Möglichkeit lag darin, daß zwar das Buch gefunden wurde, es sich aber Hunderte von Kilometern entfernt in einer Universitätsbibliothek befunden hat. Solche Bücher kann man zwar mittels Fernleihe ausleihen, die Wartezeiten hierfür sind allerdings beträchtlich und außerdem müssen entsprechende Gebühren bezahlt werden.

Was ist nun so „neu“ an dieser Diplomarbeit ?

In den letzten Jahren hat eine Entwicklung auf dem elektronischen Informationssektor stattgefunden, die alle bisher dagewesenen Ausmaße gesprengt hat: die weltweite Verbreitung des Internet und im speziellen des World Wide Web (WWW).
Obwohl das Internet bereits seit einigen Jahrzehnten existiert (später dazu mehr), setzte der Boom oder „Hype“ erst in den letzten ein bis zwei Jahren ein, nämlich mit der Entwicklung des World Wide Web.

Dieses stellt eine interaktive, leicht zu benutzende und anwenderfreundliche Möglichkeit dar, in den fast unerschöpflichen Informationsreservoiren des Internet zu wühlen und Daten abzurufen, die Tausende Kilometer entfernt gespeichert sind.

Im Boom des World Wide Web ist auch der Grund zu sehen, warum diese riesige Menge an Informationen, die zum Teil auch schon vor dem World Wide Web existierten, erst jetzt in verstärktem Maße für studentische Zwecke benutzt werden. Die Applikationen, die bis zur Verbreitung des World Wide Web am Internet benutzt wurden, z.B. WAIS und Gopher, ließen eine schnelle und anwenderfreundliche Suche nach Daten nicht oder nur eingeschränkt zu.

Mit Hilfe des World Wide Web können Informationen und Texte miteinander verbunden werden, so daß ein Klick mit der Maus genügt, um nähere Detail- oder Hintergrundinformationen zu erhalten. Dies ist einer der Vorteile des World Wide Web: hat man einen gewünschten (bzw. den „richtigen“) Startknoten zum Thema gefunden, so kann es durch die Vernetzung der Texte untereinander dazu kommen, daß man Dutzende von Seiten (bzw. Kilobytes) lesen kann, ohne einen zweiten Suchvorgang starten zu müssen.

Es spielt keine Rolle mehr, ob sich die Informationen in Österreich, Deutschland, den USA oder am Südpol befinden, durch die weltweite Vernetzung des Internet sind alle diese Daten, wo immer sie auch gespeichert sein mögen, in Sekunden (Minuten ?) auf dem Bildschirm verfügbar. Gebühren für eine Art „Fernleihe“ gibt es im Gegensatz zu normalen Büchern in Bibliotheken nicht, es muß aber natürlich der jeweilige Tarif für die Benutzung des Internet gezahlt werden. Als Student ist es aber auf fast allen Universitäten Österreichs bereits möglich, gratis das Internet und somit das World Wide Web zu benutzen.

Natürlich ist es auch zeitaufwendig, alle Informationen, die das World Wide Web bereitstellt, zu filtern und zu sortieren, aber man kann dies auch bequem von zu Hause

aus erledigen und man hat diese Informationen auch bereits in computerisierter Form, d.h. man kann die Daten sofort auf dem eigenen Computer weiterver- und bearbeiten.

Warum ist das Internet respektive das World Wide Web jetzt in aller Munde, wo es doch noch vor fünf Jahren einem kleinen, elitären Kreis von Wissenschaftlern und Spezialisten vorbehalten war ? Die Antwort liegt sicher in der Entwicklung und (vor allem) Verbreitung jenes Teils des Internets, der heute unter dem Namen World Wide Web bekannt ist und der für viele als Synonym für „das Internet“ steht. Und warum ist das so?

Das World Wide Web bietet eine Benutzeroberfläche, die dem heutigen Standard auf Computern entspricht, sie ist nämlich graphisch orientiert und einfach durch Mausklicks zu bedienen. Bis vor der Entwicklung des WWW mußte man bei einem Zugriff auf das Internet zwar kein Computerprofi sein, man mußte sich aber doch einigermaßen gut mit Computern auskennen und mit verschiedensten Plattformen und Systemen vertraut sein (UNIX sei nur als Beispiel erwähnt).

Die weit verzweigte Struktur und der teilweise chaotische Aufbau des Internet mit Beziehungen zwischen weit entfernten Knoten machten es geradezu unabänderlich, eine neue Benutzeroberfläche zu kreieren, die das einfache „Herumspringen“ zwischen verschiedenen Dokumenten auf verschiedenen Computern ermöglichte. Diese Verbindungen zwischen Dokumenten stellen die Verwirklichung dessen dar, wovon Vannevar Bush und Ted Nelson träumten: eine weltweite Wissensdatenbank mit Tausenden und Abertausenden von Verknüpfungen, ein echter, globaler „Hypertext“.

Natürlich ist im World Wide Web nicht alles enthalten und verwirklicht, was theoretisch mit dem Begriff des Hypertext verbunden wird, aber es stellt eine noch nie dagewesene Art der Kommunikation und des Informationsaustausches dar. Und das WWW wird laufend verbessert und erweitert, neue Arten und neue Qualitäten der Kommunikation werden verwirklicht, neues Wissen wird angehäuft.

Diese Diplomarbeit soll darstellen, wie es dazu kam, daß das Internet seinen Siegeszug um die Welt begann, seine Anfänge mit nur vier angeschlossenen Computern und seine momentane Ausbreitung mit Millionen von Rechnern und Abermillionen von Benutzern weltweit. Es wird der Weg gezeigt den die Theorie des Hypertext von 1945 bis 1996 nahm, wie es als Vision begann und in der tagtäglichen Verwendung auf der ganzen Welt endete.

Obwohl diese Diplomarbeit das Thema Hypertext aufarbeitet, liegt es nicht in Form eines Hypertexts, sondern in herkömmlicher, linearer Art vor. Dies hat vor allem einen Grund: die zugrundeliegenden Daten stammen zu einem großem Teil aus dem Internet, was zwangsläufig heißt, daß diese Daten auf vielen verschiedenen Computern abgespeichert sind. Es gibt hierbei oftmals Mehrfachverweise, Verweise auf nicht wichtige Informationen und auch teilweise keinerlei Verbindungen (links) zwischen korrelierenden Dokumenten. Diese Diplomarbeit stellt dieses Wissen, welches im Internet, in Büchern und anderen Publikationen verfügbar ist, überschaubar zusammen, und zwar in einer linearisierten Form.

2. Die Denkweisen des Gehirns

In diesem Kapitel wird die Frage beantwortet, wie das menschliche Gehirn Wissen und Informationen speichert und welche Prozesse und Vorgänge dabei ablaufen. Der Aufbau des Gehirns und das Wesen des Lernens von Informationen steht dabei im Vordergrund.

Es wird dargestellt, was die Unterscheidung von Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis bedeutet, wie das Wissen im Gehirn (dem Gedächtnis) gespeichert wird und welche Vorgänge zu beachten sind, wenn ein Mensch etwas lernt.

Weiters wird auf den Einfluß der Schrift auf die Funktionen des Gedächtnisses und die Nachteile, die dabei entstehen können, eingegangen. Eine bessere Vorgehensweise, um die Funktionen des Gehirns auf das Lesen und Aufnehmen von Informationen zu übertragen, ist das Prinzip des Hypertexts, welches kurz dargestellt wird.

Bei Hypertexten wird wesentlich mehr auf die assoziative Struktur des Gehirns eingegangen und so soll eine Entlastung des Speichervorganges des Gehirns erreicht werden.

Inwieweit Computer und moderne Kommunikationstechnologien Einfluß auf die Wirkungsweise des Gehirns haben, wird am Ende des Kapitels dargestellt.

2.1 Das Gehirn als Ort des Denkens

Einige Fragen, die bei der Analyse des menschlichen Denkprozesses aufkommen, sind:

- Wo findet das Denken statt ?
- Welche Vorgänge passieren beim Denken ?
- Was sind die Aufgaben des Denkens ?

Die Frage, wo das Denken stattfindet, läßt sich noch relativ leicht beantworten. Das menschliche Gehirn ist der zentrale Ort der Denkvorgänge und auch der Wissensspeicher des Menschen. Durch elektrische Spannungen werden chemische Reaktionen ausgelöst, die den Start verschiedenster Prozesse bewirken.

Eine der zentralen Aufgaben des Gehirns ist es, Wissen zu speichern. Durch die Speicherung von Wissen ist der Mensch in der Lage, Situationen zu erkennen und einzuordnen, Geschehnisse mit bereits erworbenen Erfahrungen in Zusammenhang zu bringen und Handlungsabläufe zu automatisieren. Die Aufnahmekapazität des Gehirns ist unvorstellbar groß und bereits am Tage der Geburt (bzw. bereits davor) fangen wir an zu **lernen** und Wissen zu speichern.

Je älter man wird und je mehr man gelernt hat, umso mehr Auswahlmöglichkeiten oder Handlungsalternativen hat man in einer bestimmten Situation. Ein Kleinkind muß erst **verstehen**, was eine Toilette ist, denn bevor es das nicht weiß (und als verwertbares Wissen in seinem Gehirn gespeichert hat), hat es gar keine andere Wahl, als in die Hose zu machen. Die Speicherung von Wissen wird allgemein auch als Gedächtnis bzw. Gedächtnisleistung bezeichnet und beschreibt einen Ort (oder Zustand ?, oder chemischen Vorgang ?), auf den der Mensch respektive das Gehirn zurückgreift, um vorhandenes Wissen mit neuem Wissen zu vergleichen, anzupassen oder zu korrigieren.

Auch die Sprache muß erst erlernt werden und in weiterer Folge auch das Verständnis von Schrift. Durch die Entwicklung der Schrift hat sich der Mensch von einem auditiv-taktilen Wesen zu einem visuell-logischen Menschen entwickelt [McLu95].

Vor der Verwendung von Schriftzeichen gab es nur eine Methode, um zu lernen: zuhören. Der zuhörende (also auditiv ausgerichtete) Mensch der Vor-Schriftzeit war ein gefühlsgeprägtes, taktil handelndes Wesen, bei dem primär die linke Gehirnhälfte beansprucht wurde.

Durch die Entwicklung der Schrift setzte eine Entwicklung ein, die nach und nach die Menschen zwingen sollte, **Lesen zu lernen** (zumindest in der abendländischen Gesellschaft). Jemand, der nicht lesen kann, wird als Analphabet bezeichnet und mit sozialer und gesellschaftlicher Ächtung bestraft. Lesen wurde zum um und auf der Gesellschaft und so entstand der visuell ausgeprägte Charakter des modernen Menschen. Durch die Betonung der visuellen Komponente wird die rechte Gehirnhälfte, die auch als Sitz der Logik gehandelt wird, bevorzugt [McLu95].

Durch die Verwendung von Schriftzeichen ist man nicht mehr ausschließlich darauf angewiesen, jemandem zuzuhören, um zu lernen, sondern man kann sich Texten (in Büchern, Zeitungen, Zeitschriften) bedienen, um die individuelle Wissensbasis zu vergrößern. Andererseits ist die Versuchung groß, sich des Lesens nicht zu bedienen, um zu lernen und das Gelesene im Gedächtnis zu speichern, sondern das Lesen nur nach Notwendigkeit zum Nachschlagen eines Themas zu benutzen und das Gelesene nicht zu konservieren.

Schrift (meistens in Buchform) bringt also Vergessenheit, weil die Menschen im Vertrauen auf das neue Speichermedium ihr Gedächtnis vernachlässigen. So empfindet das bereits Sokrates [Bolz93]. Durch die überproportionale Beanspruchung und die Präferenz der rechten Gehirnhälfte kam es auch zu einer überdimensionalen Bevorzugung der logischen Wissenschaften: Naturwissenschaft, Mathematik, Logik [McLu95].

2.2 Repräsentation von Wissen

Durch die Verwendung von Schriftzeichen als Gedächtnishilfe zwingt man das Gehirn, Abläufe sequentiell zu ordnen, also linear zu verarbeiten [McLu92]. In der

Kognitionswissenschaft wird aber davon ausgegangen, daß das Gehirn Prozesse nicht sequentiell (bzw. hierarchisch) abarbeitet, sondern daß das Wissen in einer netzartigen Struktur gespeichert ist. Das Organisationsprinzip des Gehirns beruht darauf, Wissen in einem semantischen Netzwerk zu speichern. Der Mensch denkt nicht in linearen Schritten, sondern assoziativ in mehreren gedanklichen Ebenen gleichzeitig [Ober95].

Eine andere Art der Wissensspeicherung geht auf die Analysen von George Miller und Herbert Simon zurück. Demnach muß das Gedächtnis aufgeteilt werden in ein Kurzzeit- und ein Langzeitgedächtnis. Das Kurzzeitgedächtnis des Menschen besitzt eine begrenzte Speicherkapazität und kann nur eine begrenzte Anzahl an Informationen gleichzeitig behalten. Nach den Forschungen von Miller und Simon sind diese Speichereinheiten, die sogenannten **„chunks“**, auf eine Anzahl von vier bis neun beschränkt. Das menschliche Gehirn ist also in der Lage, 4-9 Informationseinheiten, die unterschiedliche Gestalt und Länge haben können, simultan behalten zu können [Horn89].

Die chunks des Kurzzeitgedächtnisses müssen, um nicht „vergessen“ zu werden, ins Langzeitgedächtnis übertragen werden. Dies benötigt eine gewisse Transferzeit, die (laut Simon) fünf bis zehn Sekunden beträgt. Die Schlußfolgerung von Simon ist, daß man den menschlichen Denkprozeß so organisieren muß, daß man nicht mehr Informationen als vier bis sieben chunks gleichzeitig behalten muß.

Um die Beschränkungen der Transferzeit vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis zu überwinden, bedient sich der Mensch verschiedenster Hilfsmittel. Die drei wichtigsten Möglichkeiten sind [Horn89]:

- Verwendung externer Hilfsmittel für das (Kurzzeit-)Gedächtnis: z.B. Computer und Taschenrechner, Papier und Bleistift
- Verwendung von Hilfsmitteln für das Langzeitgedächtnis: z.B.: Bücher und Bedienungsanleitungen
- Erforschung und Anwendung von Strategien zur Erreichung von Denkaufgaben

Die Vermutung von Sokrates, daß die Schrift das Vergessen (bzw. das Nicht-Speichern von Informationen) mit sich bringe, findet man auch hier, wenn auch in abgeschwächter Form. Das Buch entwickelte sich zu einem besseren, leistungsfähigeren und beständigerem (weil die Jahrhunderte überdauernden) Gedächtnis. Nicht die Leistung der Gehirne der Menschen, sondern die Bücher mit ihren Aufzeichnungen bilden die Wissensbasis der Gesellschaft.

Während ein Mensch eine begrenzte Lebensspanne hat, ist ein Buch weitaus stabiler und konstanter (obwohl natürlich das Papier, auf dem die Schriftzeichen, also das Wissen, stehen, einem natürlichen Zersetzungsprozeß unterworfen ist). Noch heute kann man aus Handschriften des Mittelalters lesen und sich das Wissen der damaligen Zeit ansehen, während die Personen, die dieses Wissen aufschrieben längst vergangen sind.

Eine weitere Möglichkeit zur Erklärung der Denkprozesse im Gehirn ist die Vorstellung der Existenz von **Schemata** und **Scripts** [Ober95]. Dies sind vorgefertigte, bereits im Gedächtnis enthaltene Wissensstrukturen. Sie beinhalten bestimmte abgegerenzte Wissensinhalte, d.h. sie sind lediglich Teilsysteme des Gesamtnetzes (es wurde ja bereits darauf hingewiesen, daß das Wissen in einem semantischen Netzwerk gespeichert wird).

Schemata und Scripts beschreiben bestimmte Abläufe, Standardsituationen mit den dazugehörigen Objekten, Ereignissen, sozialen Rollen und Leerstellen, welche durch Inferenzen gefüllt werden müssen. Ihre Aktivierung wird durch bestimmte Situationen oder einzelner in dieser Repräsentation enthaltenen Objekte ausgelöst.

Mit zunehmenden Erfahrungen werden diese Strukturen aufgrund verschiedener Verarbeitungsmechanismen (z.B. Selektion, Abstraktion, Interpretation) immer detaillierter [Ober95].

Eine bedeutende Frage im Zusammenhang mit der Speicherung des Wissens ist: Wie lernt ein Mensch überhaupt zu lernen ?

Bei dieser Bedeutung hilft uns der Begriff der **Metakognition**. Metakognition kann definiert werden als das „Wissen einer Person über ihre eigenen koginitiven Prozesse und die Fähigkeit, diese Prozesse durch Organisation und Überwachung zu kontrollieren und sie als Lernergebnisse zu modifizieren“ [Horn89].

Mit anderen Worten beschreibt die Metakognition Teile der Aufgaben, die beschrieben werden können als: das Lernen zu Lernen. In diesem Zusammenhang kann man Metakognition auch auffassen als „die Fähigkeit eines Individuums, das Ziel einer bestimmten Aufgabe zu erfassen, geeignete Strategien zur Erreichung der Ziele anzuwenden, den Fortschritt zur Erreichung der Ziele zu überwachen und die Strategien falls notwendig anzupassen“ [Horn89].

2.3 Vergessen können oder Vergessen wollen ?

Die Tatsache, daß das Buch dem menschlichen Gehirn die Funktion des Gedächtnisses erleichtert (oder abnimmt), führt zu einem interessanten Phänomen:

Obwohl der einzelne Mensch sehr wohl imstande ist, Dinge zu vergessen (und das gesamte Wissen eines Menschen „vergessen wird“, wenn er stirbt), ist das „gesellschaftliche Gedächtnis“ dazu nicht in der Lage. Dadurch daß das Wissen in Büchern (durch Schriftzeichen) konserviert wird und die Lebensspanne von Generationen überdauern kann, wird das Vergessen unmöglich gemacht.

Die literale Gesellschaft verfügt über kein System der Eliminierung (mit Ausnahme der Bücherverbrennungen zur Nazizeit), sie verfügt über keine strukturelle Amnesie [Bolz93]. Auch Computer besitzen ein Gedächtnis, sie können aber weder erinnern noch vergessen.

Das spezifische Leistung des Vergessens ist es ja, Zeitspielräume offenzuhalten, überflüssige oder obsolet gewordene Informationen auszulöschen (das Gehirn also vom **Information Overload** zu befreien) und so menschliche Denkvorgänge flexibel zu gestalten. Es gibt eine Menge von Dingen, die man besser vergißt oder gleich ignoriert [Bolz93].

Bücher können nicht vergessen, es ist nicht der Sinn und Zweck eines Buches, nach dem Lesen vernichtet zu werden, sondern es erfüllt eben die Aufgabe, das Langzeitgedächtnis des Menschen zu unterstützen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Verbreitung der CD-ROMs bei Computersystemen. Eine CD-ROM ist ein *read-only memory*, also ein Gedächtnis, das man nur lesen, aber nicht verändern kann [Bolz93]. Die gedankliche Leistung des Gehirns ist es aber eben, Informationen aufnehmen, verändern und löschen zu können.

2.4 Schrift überwindet Zeit und Raum

In der Frühzeit der Geschichte des Menschen, als man des Schreibens noch unkundig war, erzählte man das Gewesene anderen Menschen oder malte Zeichnungen auf Höhlenwände, um das Erleben und das Wissen eines Menschen (oder einer Gemeinschaft) der Nachwelt weiterzugeben. Die Höhlenzeichnungen erwiesen sich zwar als beständig, hatten jedoch einen gravierenden Nachteil: sie waren nicht besonders transportabel.

Deshalb ging man zur Verwendung von Lehm über, in das man Zeichnungen einritzen konnte oder man verwendete Papyrus, auf der man Zeichnungen und Zeichen aufmalen konnte [Flus90]. Der Übergang von der hieroglyphischen, ideographischen Schrift zur phonetischen Schrift bedeutet auch den Übergang vom „kalten“ Medium Hieroglyphen zum „heißen“ Medium Alphabet [McLu92]. Ein heißes Medium ist eines, das nur *einen* der Sinne erweitert, und zwar bis etwas detailreich geworden ist.

Die Entwicklung der phonetischen Schrift vollzog sich vor Jahrhunderten. Innerhalb der Kakophonie menschlicher Äußerungen gibt es etwa 40 Laute, die von allen Gesellschaften als Sprachzeichen wiedererkannt werden können. Während bei hieroglyphischen oder ideographischen Schriften ein Zeichen ein ganzes Wort bedeutet, hat man bei der Entwicklung der phonetischen Schrift versucht, diese Laute graphisch darzustellen und so das phonemische System der Sprache zu symbolisieren und visualisieren [Bolz93].

Die Schriftzeichen selbst haben dabei keinen Sinn, sie sind nur Ausdrücke oder Symbole eines menschlichen Lautes und per se sinnlos. Erst die Verbindung mehrerer Buchstaben zu einem Wort geben dem Geschriebenen Sinn und Zweck, während eine Hieroglyphe (die zwar auch aus mehreren Linien besteht aber nur als eine Einheit betrachtet wird) ein ganzes Wort und somit etwas sinnvolles ausdrückt.

Ein kultureller Effekt der Schrift ist es, die Grenze der Interaktion unter Anwesenden zu überschreiten [Bolz93]. Man kann Informationen aufschreiben und sie abwesenden Personen zukommen lassen, die auf diese Weise ihr Wissen erweitern können, ohne physisch anwesend gewesen zu sein und das Gesagte auditiv aufgenommen zu haben.[1]

Eine andere Komponente der Schrift wird von Bolz als Abstraktionsleistung qualifiziert [Bolz93]:

> *„Schrift muß die fehlende Situationsevidenz, die mangelnde Eindeutigkeit von real Präsentem durch Standardisierung und kommunikative Disziplin kompensieren. Wer schreibt und liest handelt nicht, sondern beobachtet."*

Das Schreiben und Lesen setzt also andere Denkvorgänge beim Menschen in Kraft als das Hören. Dadurch daß man bei den Vorgängen, die zur Niederschrift des Gelesenen geführt haben, nicht dabei war, ist der Handlungsspielraum eingeengt worden.

Es ist nicht möglich, das Geschehene ungeschehen zu machen oder zu verändern. Wäre man dabei gewesen, so hätte man die Möglichkeit gehabt, den Verlauf der Dinge aktiv zu beeinflussen (durch eingebrachte Argumente etwa) und ein anderes Aussehen des Textes zu erwirken. Aber durch die nicht gegebene physische Präsenz kann man nicht mehr reagieren, sondern nur die Auswirkungen der Vorgänge beobachten und das Geschehene als abgeschlossen betrachten.

[1] Erst die Entwicklung der Phonographen und des Grammophons ermöglichten die Aufzeichnung von Sprache und machten so gesprochene Worte transportabel, bis dahin war nur geschriebenes transportfähig.

2.5 Delinearisierung von Informationen

Die übliche Art und Weise, wie Informationen in Büchern gespeichert werden, um als Hilfe für das Langzeitgedächtnis des Menschen zu fungieren, ist die lineare Anordnung von Wissen. Das heißt, ein Buch beginnt mit einer Titelseite[2], wird Seite für Seite gelesen und endet mit der Schlußseite.

Jede andere Form, ein Buch zu lesen, mußte zu einer Desorientierung des Lesers und zu einer Verminderung der Wissensaufnahme führen. Die Linearität des Textes ist also eine herausragende Eigenschaft des Buches (oder fast aller anderen auf Papier gedruckten Texte).

Wie in Kapitel 2.3 angeführt denkt das menschliche Gehirn jedoch nicht in linearen Schritten, sondern bildet eine vernetzte, semantische Struktur mit komplexen Organisationseinheiten. Informationseinheiten des Gedächtnisses werden miteinander verknüpft und ermöglichen so erst ein Vergleichen, Abstrahieren und Abwägen von Alternativen und den Aufbau neuer Wissensstrukturen [Ober95].

Wenn also ein Mensch ein Buch liest und dabei den linearen Schritten, die ihm zwangsweise vorgegeben sind, folgt, entspricht dies nicht dem Informationsanspruch, den das Gehirn wünschen würde. Durch die Linearität des Textes muß der Leser selbst aktiv werden und Verknüpfungen an Wissensinhalte schaffen, die er im Gedächtnis gespeichert hat.

Das stellt natürlich eine Zusatzanforderung an das Gehirn dar, denn ein Transfer von Informationen vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis benötigt, wie ebenfalls im Kapitel 2.3 dargelegt, eine bestimmte Transferzeit.

---

[2] Das war nicht immer so: am Beginn des Buchdruckes war Papier sehr teuer und so wollte man nicht wertvollen Platz (wertvoll im sprichwörtlichen Sinne) verschwenden und begann gleich auf der ersten Seite mit dem relevanten Text. Der Titel und der Autor des Buches folgten erst später. Erst im Laufe der Zeit, als man erkannte, daß vor allem die Außenseiten eines Buches starker Beanspruchung unterworfen waren, ging man dazu über, ein Buch mit einer Titelseite beginnen zu lassen. So wurde verhindert, daß relevanter Text, der sich auf der ersten Seite befinden könnte, verloren ginge [Bolz93].

Es wäre also unter diesen Umständen besser, einen Text nicht linear zu gestalten, sondern mit Querverweisen zu versehen, um dem Menschen (und dessen Gehirn) eine Hilfe bei der Findung von Querverbindungen und Brücken zu geben. Bei gedruckten Texten ist dies nicht so einfach: um einem Text eine höhere Komplexität und mehrere Ebenen zuordnen zu können, werden verschiedene Hilfsmittel eingesetzt.

Die häufigsten dieser Hilfsmittel sind Fußnoten (wie z.B. auf der vorigen Seite).Eine Fußnote führt das Auge des Lesers aus dem Kontext heraus und gibt der Information mehr Tiefe. Eine Fußnote ist also eine Information zur Information. (Mehr zum Thema Fußnoten: siehe Kapitel 3.1)

Auch Querverweise (wie im letzten Absatz)[3] innerhalb eines Textes brechen die Linearität auf und verhelfen dem Gehirn zur Bildung von Querverbindungen und Beziehungen zwischen Informationen.

Wie gesagt speichert das Gehirn Gedanken nicht linear und es folgt auch Gedanken anderer nicht linear, warum also bricht man das Paradigma des Buchdruckes nicht auf und erfindet neue Arten der Informationsübermittlung, die besser an die Struktur des Gehirns angepaßt sind ?

Diese Frage war über Jahrhunderte primär ein technisches Problem, doch mit der Entwicklung von Computern, der Forschung auf dem Gebiet der Artificial Intelligence (die AI-Forschung befaßt sich unter anderem mit der Entwicklung semantischer Netze) und neuen Methoden des Knowledge Engineering öffneten sich die Türen für die nicht-lineare Aufbereitung von Text.

2.6 Die neuen Gedächtnishilfen

[3] Auch der Text innerhalb der Klammern ist wiederum ein Querverweis, an den noch zusätzlich diese Fußnote angeheftet ist. In diesem Fall haben wir eine Mehrdimensionalität von Text erreicht und das Auge des Lesers (in diesem Fall also sie) springt auf der Seite herum und verläßt die so lange bewährte Tradition von linearem Lesen.

Einer der Visionäre, der die Probleme der Wissensspeicherung eines Menschen im 20. Jahrhundert erkannte, war Vannevar Bush [Bush45].

Durch die zunehmende Internationalisierung und dem Aufkommen neuer Medien (Radio, Fernsehen, Kino) sahen sich die Menschen einer zunehmenden Informationsflut ausgesetzt aus und die Möglichkeit, alle relevanten Informationen zu beschaffen und sie dem eigenen Wissen hinzuzufügen, wurden eingeschränkt (ein seltsames Paradoxon der modernen Zeit).

Die wachsende Komplexität der westlichen Zivilisation zwingt dazu, Erinnerung, Speicherung und Archivierung von Informationen zu mechanisieren und neue Möglichkeiten zu schaffen, das Langzeitgedächtnis des Menschen zu unterstützen. Nur vor dem Hintergrund dieser technischen Implementierungen kann es den Menschen gelingen, das „privilege of forgetting“ wiederzuerringen [Bolz93].

Bush schlägt dabei vor, die Formen, die das Gehirn zur Speicherung von Wissen verwendet, in eine mechanische Form zu bringen. Nicht mehr indizierte, hierarchische Daten, sondern assoziative Informationen sollten Grundlage der Informationsbereitstellung- und beschaffung sein. Bush schlägt dafür eine Erweiterung, ein Supplement des menschlichen Gedächtnis vor, einen **memory extender** (memex) [Bush45].

Das assoziative Denken des Alltags sollte technisch reproduzierbar werden. Die Techniken, die Bush vorschlug und der genaue Aufbau des memex wird in Kapitel 3.2 behandelt.

Der memex basiert auf der simplen Verknüpfung zweier Eintragungen eines Textes, die dann die automatische Selektion der einen durch die andere ermöglicht, also assoziatives indizieren.

Durch die Verknüpfung und die automatische Reproduzierbarkeit dieser Verbindungen glaubt Bush, näher an das assoziativ aufgebaute Modell des Gehirns heranzukommen.

Tatsächlich stellt die Arbeit von Bush die grundlegende Richtung dar, in die die Entwicklung von Informationsvermittlung in den folgenden Jahrzehnten gehen sollte: die Entwicklung von Hypertexten. (zur Definition von Hypertext: siehe Kapitel 3.1)

Ted Nelson erweitert die Vorstellung von Vannevar Bush und bringt die Dimension des Docuverse ins Spiel. Das Docuverse ist ein Universum von allen Texten, die jemals vom Menschen geschrieben werden, also eine Art Meta-Gedächtnis [Nels87]. Durch die permanente Verfügbarkeit aller Informationen wird die Gedächtnisfunktion des Buches noch um einiges erweitert. Bücher enthalten zwar das Wissen der Gesellschaft, aber nicht jedes Buch ist zu jeder Zeit verfügbar.

Beim Docuverse verhält sich das anders: wenn jeder Mensch über einen Zugang zum Docuverse verfügt ist es egal, wo auf der Welt die physischen Informationen abgespeichert sind, die Information ist sofort abrufbar. Damit wäre es nicht mehr notwendig, so viele Informationen wie nur möglich im Langzeitgedächtnis zu behalten, da man ja immer auf die Online-Bibliothek des Docuverse zurückgreifen kann.

Diese Online-Weltbibliothek ist für Nelson die einzige Möglichkeit für Gehirne, der Masse und Komplexität von Informationen gewachsen zu sein. Die Trennung vom linearen Medium Buch ist auch ein Abschied von den bisher üblichen Gesellschaftsmustern der Hierarchie, Kategorie und Sequenz [Bolz93].

2.7 Neue Wissensstrukturen

Weiter oben wurde angeführt, daß das Gehirn Informationen in chunks zusammenfaßt und auch die Informationen, die in Hypertexten dargestellt werden, werden durch kleine Informationseinheiten, den nodes, dargestellt.

Wie weit darf nun die Körnung der Information sein, wie klein darf eine Dateneinheit sein, damit sie für den Anwender auch isoliert betrachtet noch sinnvoll und verständlich bleibt ? Wie weit lassen sich die Hyper-Moleküle[4] des Wissens dekontextualisieren, ohne daß der Anwender die Übersicht verliert und der Informationsgehalt gegen Null geht ? [Bolz93]

Es wurde gezeigt, daß Hypertexte besser an die assoziativ gelenkten Denkvorgänge im Gehirn angepaßt sind als normale Bücher und so wird die Forderung laut nach einer hypertext-adäquaten Neustrukturierung des Wissens. Dabei setzen nicht Hardware-Limits, sondern die Rezeptionsgrenzen des Menschen die Barriere. Wenn Informationen nicht mehr diskret und linear, sondern als Hypertexte auf Bildschirmen mit hoher Dichte dargestellt werden, dann droht kognitive Entropie [Bolz93].

Das ist sozusagen die Kehrseite der Medaille: durch ein Überangebot an Vernetzungs- und Verbindungsmöglichkeiten werden die assoziativen Fähigkeiten des Gehirns überlastet, die Fülle an Vernetzungsinformationen überfordern die Kapazitäten des Kurzzeitgedächtnisses (es müßten mehr Informationen gehalten werden als chunks zur Verfügung stehen), und so kommt es zum **lost in hyperspace** Syndrom.

Durch die Verbreitung und Globalisierung des Internet und im besonderen des World Wide Web haben mehr Menschen als jemals zuvor die Möglichkeit, die Vorteile von Hypertext bei der Wissensaufbereitung zu verwenden.

---

[4] An dieser Stelle möchte ich auf die Bedeutung des Wortes **hyper** eingehen. Hyper kennzeichnet eine Form von Mehrdimensionalität, das Wort „Hyperspace“ wurde erstmals im 18. Jahrhundert verwendet und beschreibt einen Mehrdimensionalen (oder n-dimensionalen) Raum. Hyper-Moleküle beschreiben also die mehrdimensionale Denkvorgänge, die im menschlichen Gehirn ablaufen [Rada91].

Das Bewußtsein hat sich daran gewöhnt, daß es schneller arbeitet als die Kommunikationen, an die es gekoppelt ist. Durch die weltweite Vernetzung und der zunehmenden Verbreitung von Computern muß sich der Mensch damit abfinden, daß es eine Maschine gibt, die viele Operationen schneller durchführen kann als das Bewußtsein [Bolz93].

Das zwingt den Menschen dazu, sich von den Maschinen (= Computern) abzuheben und neue Tugenden wie Intuition, Spontaneität und Kreativität in den Vordergrund zu heben. Nicht mehr Intelligenz oder Rationalität sind gefragte Wesensmerkmale, sondern Eigenschaften, die Computern nicht nachgesagt werden können [HoKe89].

Ein weiteres Hauptproblem der globalen Datenflut ist es auch, die Informationen, die auf einen einströmen, filtern zu können, damit man weiß, was man weiß. Die Informationsüberlastung ist heutzutage der Normalfall der Weltwahrnehmung, und auch die Informationsgesellschaft stellt immer stärker von verbaler auf visuelle Kommunikation um [Bolz93].

Die Technologien, die seit dem Beginn der 90er Jahre auf die Menschen einströmen, erfordern also auch eine Neudimensionierung der Denkleistung des Gehirns. Nicht die Aufnahme und Beschaffung von Informationen und deren Speicherung, sondern vor allem die Selektion unter den vielfältigen Informationsmöglichkeiten und Informationen steht nunmehr im Mittelpunkt.

Die technologische Veränderung unserer Umwelt hat also vom Ideal des universellen Wissens weggeführt und bildet den Weg zum selektiven Wissen, wobei das Gehirn ebenfalls eine Umstellung durchzuführen hat, nämlich zu einer immer wichtiger werdenden **Selektion von Wissen**.

3. Die Geschichte von Hypertext

Die Entwicklung von Hypertext geht bis ins Jahre 1932 zurück, als Vannevar Bush die erste Version seines „memory extender“ konzipierte und 1945 publizierte. Er leistete die theoretische Vorarbeit, die viele andere brillante Köpfe zum Entwurf von Hypertext-Systemen anspornte.

Der wohl größte Visionär ist Ted Nelson, der eine globale Wissensdatenbank aufbauen möchte. In dieser Datenbank, Xanadu, ist alle Literatur der Welt gespeichert und kann auf dem Computer abgerufen und gelesen werden. Die Entwicklung von Xanadu beginnt im Jahre 1960 (also 15 Jahre nach Bush’ Artikel) und dauert bis heute an.

Wie weit die Entwickler von Hypertext-System gingen, zeigt das Beispiel von Douglas Engelbart. Um die Navigation und die Verwendbarkeit zu erhöhen, entwickelte er im Rahmen seines AUGMENT-Projektes unter anderem die Maus.

Die erste Hypermedia-Anwendung, die Aspen Movie Map, die vom MIT entwickelt wurde, ist auch ein frühes Beispiel einer virtual reality. Was im Jahre 1978 noch mit Photos auf Videodisks gemacht werden mußte, kann heutzutage auf (fast) jedem Personal Computer ohne großen Aufwand erstellt werden.

Andere Programme sind etwa das File Retrieval and Editing System, das Knwoledge Management System, Guide, NoteCards, HyperCard, HyperTIES und etliche andere. Mit dem Aufschwung des World Wide Web kommen immer mehr Computerbenutzer in den Genuß von Hypertext.

3.1 Was ist Hypertext?

Was unterscheidet einen Hypertext von nomalem Text? Die einfachste Differenzierung besteht aufgrund der Tatsache der **Linearität** von herkömmlichen Texten. Linearität bedeutet hier, daß man ein Buch, einen Brief, etc... (also Text im herkömmlichen Sinn) von der ersten zur letzten Seite, von oben nach unten und von links nach rechts liest. Bei den meisten Büchern (z.B. einem Krimi) ist es nicht sinnvoll, irgendwo in der Mitte des Stückes anzufangen und dann nach vorne zu lesen, die einzige Möglichkeit, den Text zu verstehen, besteht darin, das Buch eben *linear*, vom Anfang zum Ende zu lesen.

Bei einem Hypertext wird diese Linearisierung aufgehoben: der Text ist nicht mehr in einem Stück vorhanden, sondern auf verschiedene Teile aufgeteilt. Zwischen den einzelnen Textstücken existieren Verbindungen, die **Links** genannt werden. Diese Links werden typographisch vom anderen Text hervorgehoben, typischerweise durch Unterstreichen oder **Fettdruck**. Wird ein Link aktiviert (durch Anklicken, Drücken der Return-Taste, etc...), dann wird der Teil des Textes angezeigt, auf den dieser Link zeigt.

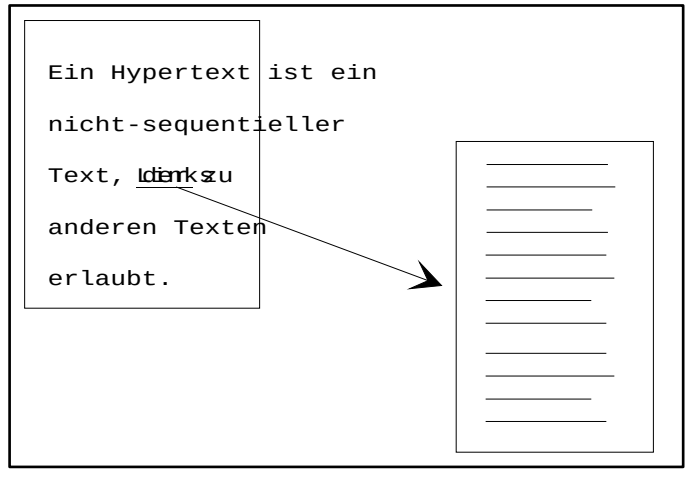

Abb.3.1: Hypertext

Auch bei „normalem“, linearem Text gibt es Verweise, die ein quasi-nicht-lineares Lesen unterstützen: man denke nur an die Titelseiten von Zeitungen. Auf solch einer Titelseite werden die Artikel, die im Inneren der Zeitung stehen, kurz angeschrieben und am Ende dieser Kurzinformation wird angegeben, auf welcher Seite man dann weiterlesen kann. Es ist also nicht notwendig, die ganze Zeitung durchzublättern (und eventuell auch zu lesen), um zu einem (für einen selbst) interessanten Artikel zu kommen.

Die Titelseite fungiert als **Startseite** für ein nicht-lineares Durchforschen der Zeitung. Ein anderes Beispiel für Nichtlinearität in linearen Texten sind die Inhaltsverzeichnisse in Büchern, Zeitschriften und ähnlichem. Anstatt im ganzen Buch (der ganzen Zeitschrift) jeden Bericht/Artikel durchzulesen, schlägt man das Inhaltsverzeichnis auf und pickt sich die besten (interessantesten ?) Stücke heraus.

Ähnlich funktioniert auch ein Stichwortverzeichnis oder Register: man sucht ein Wort und schlägt dann die Seite auf, auf der es erwähnt wird. Hierbei findet man die gesuchten Stellen unter Umständen etwas schneller als im Inhaltsverzeichnis, da die Wörter alphabetisch geordnet sind (was eine Suche naturgemäß erleichtert). Ein weiteres Beispiel für Nichtlinearität sind Fußnoten. Das Auge des Lesers wird aus dem Fließtext herausgerissen und auf das Ende der Seite plaziert, bevor man die Seite fertiggelesen hat. In der Fußnote stehen meistens Erläuterungen zum Text oder manchmal auch Hinweise auf andere Stellen im Buch, Zitate aus anderen Büchern (wobei der Leser dann diese Stellen oder Bücher aufschlagen kann, was die lineare Struktur zusätzlich durchbricht).

Alle diese Beispiele zeigen zwar Ansätze, die Linearisierung von herkömmlichem Text zu durchbrechen, „echte“ Hypertexte sind sie dennoch nicht. Dafür fehlt ihnen die die gängigen Hypertextsysteme auszeichnende **Interaktivität**. Diese war bei den ersten Hypertextsystemen zwar noch nicht in diesem Ausmaß gegeben (die Maus wurde zum Beispiel erst im Zuge eines Hypertextprojektes entwickelt), sie ist aber heutzutage nicht mehr wegzudenken.

Nach Hofmann und Simon läßt sich Hypertext über vier Aspekte definieren [HoSi95]:

- Hypertext ist ein Netzwerk von Knoten, die Informationen beinhalten oder repräsentieren
- Das Lesen eines Hypertext geschieht nichtsequentiell. Der Anwender steuert selbst durch das Netzwerk an Informationen, unterstützt von graphischen Browsern
- Hypertexte sind nur auf Basis eines Computers sinnvoll um statische (Text, Graphiken) und dynamische (Video, Audio) Medien darzustellen
- Auf die Information des Hypertext kann interaktiv zugegriffen werden

3.2. Die erste Hypertext „Vision“

Ein Mann wird in der Entwicklungsgeschichte von Hypertext häufig als der Großvater dieser revolutionären Technologie angesehen: **Vannevar Bush** (1890-1974). Er war der erste, der ein System konzipierte, welches nicht-lineares Speichern von Gedanken, Texten und anderen Schriften ermöglichte, und das zu einer Zeit, in der Computer noch mehrere Räume füllten.

Dieses System, das Bush „Memex“ nannte, wurde von ihm bereits in den Jahren 1932/33 entwickelt und im Jahre 1939 komplettiert [Niel90]. Aus verschiedenen Gründen wurde das Manuskript, in der er seine Theorie beschrieb, erst 1945 publiziert, und zwar unter dem Titel „As We May Think“ [Bush45].

Das „Memex“, ein Akronym für **„memory extender“**, wurde nie auf einem Computer implementiert, sondern existiert bis heute nur in seiner theoretischen Form. Diese allerdings nimmt vieles vorweg, das in heutigen Hypertext-Systemen verwirklicht ist: Links von einem Dokument zu einem anderen und Links zu Anmerkungen (annotations). Der Grund, der Bush zu seiner Arbeit veranlaßte war, daß die Menge an wissenschaftlichen Veröffentlichungen (bereits zu seiner Zeit) so riesig war, daß es für einen Wissenschaftler sehr schwierig wenn nicht unmöglich war, alle Artikel zu einem oder mehreren bestimmten Themen zu lesen.

Das Hauptproblem war nicht das Lesen, sondern das Finden und der Erhalt der Artikel. Wie sollte ein Wissenschaftler in New Mexico eine Arbeit erhalten, die von einem Kollegen in Deutschland geschrieben worden war ? Ein Wissenschaftler möchte mehrere Arbeiten, die sich mit ein und demselben Thema befassen, untereinander vergleichen können, er möchte Anmerkungen zu einzelnen Stellen anbringen (um eventuell Passagen zu kennzeichnen, die seine Zustimmung finden oder die er womöglich als total falsch ablehnt).

Das System, das Bush entwickelte, basierte auf der Verwendung von Mikrofilmen. Das war die Technologie, die zu seiner Zeit die beste Methode war, um große Mengen an Informationen auf kleinstem Raum abzulegen. Obwohl die Technik der Mikrophotographie natürlich erst später weiterentwickelt wurde sah Bush voraus, daß es einmal soweit sein könnte, die Photos von Dokumenten so stark zu verkleinern, daß alle Bücher, die jemals geschrieben worden sind, in einem LKW Platz finden [Bush45].

Andere Technologien, die im Memex verwendet werden, wurden ebenfalls von Bush vorgestellt. Zum einen war das die Technik des Scannens, basierend auf elektrisch empfindlichem Papier. Ein Dokument wird in einem Gerät von einer Photozelle abgetastet und auf einem anderen Gerät mittels elektrischer Impulse zu Papier gebracht. So entsteht eine Kopie des Originaldokumentes (man könnte sagen, daß das der Vorläufer der heutigen Faxgeräte gewesen ist) [Bush45].

Die zweite Technik, die Bush beschreibt, ist die trockene Photographie und die Sofortentwicklung von Photos. Bei der trockenen Photographie geht es darum, daß für die Entwicklung der Photos keine Flüssigkeiten mehr gebraucht werden (heutzutage mit der digitalen Photographie erreicht), bei der Sofortentwicklung kann man die Bilder sofort nachdem man sie geschossen hat ansehen (mit den Polaroid-Photos bereits seit einiger Zeit auf dem Markt) [Bush45].

Neben der Beschreibung dieser neuesten Entwicklungen geht es aber hauptsächlich um die Vorstellung des „memory extender“. Wie bereits erwähnt basiert der Memex auf Mikrofilmen. Diese sollten in einem Schreibtisch gelagert werden und auf einem Bildschirm dargestellt werden können. Die Mikrofilme werden über einen Flaschenzug zur Projektion am Bildschirm gebracht. Dies ist insofern nichts Neues, das bahnbrechende am Memex ist, daß ein **zweiter** Bildschirm ebenfalls auf dem Schreibtisch plaziert wird. Bei einem Dokument kann ein **„trail“** (dt.: Pfad) auf ein anderes Dokument gelegt werden. Wird dieser Trail angewählt, wird der entsprechende Mikrofilm auf dem zweiten Bildschirm dargestellt. Bush erkannte, daß das menschliche Gehirn Daten nicht in einer Reihenfolge sequentiell abarbeitet, sondern assoziative „Sprünge“ macht und verschiedenen Pfaden (trails) folgt. Bush meinte, daß man sich diese Arbeitsweise des Gehirns zum Vorbild nehmen sollte und Dokumente eben durch trails verbinden sollte, um assoziatives Arbeiten zu ermöglichen [Bush45].

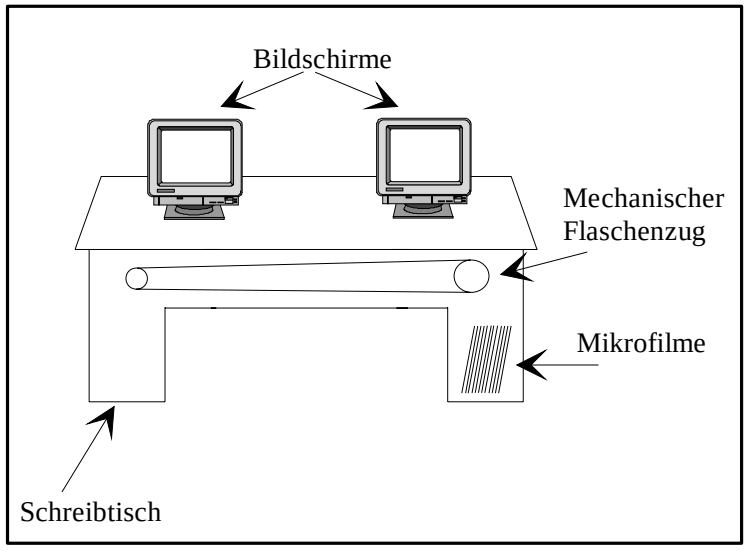

Abb.3.2: Memex

Der Anwender kann auch eigene Dokumente erstellen, die Anmerkungen zu anderen Dokumenten enthalten. Auch diese werden über trails an das Originaldokument angebunden und auf dem zweiten Bildschirm angezeigt. Diese trails sind nichts anderes als das, was wir heute Links nennen, und so kann man den Memex ruhig als erstes Hypertext-System bezeichnen.

Bush glaubte auch, daß die Verwendung des Memex einen neuen Berufsstand erschaffen würde, nämlich den des „trail blazers“. Dieser würde zu bestehenden Informationen eine Reihe von trails (i.e. Links) aufbauen und damit mehrere Dokumente untereinander verknüpfen. Dieses Netz an Links könnte dann von anderen Benutzern verwendet werden (der trail blazer würde für seine Tätigkeit natürlich eine Entlohnung bekommen) [Bush45].

Der memory extender wurde nie gebaut, die Computertechnologie, die zu Bush’ Zeiten erst in den Kinderschuhen steckte, überholte die Mikrophotographie als Medium zur Verkleinerung (und damit Portabilität) von Daten (seien dies Dokumente, Tabellen oder Bilder). Bush’ Werk übte jedoch großen Einfluß auf andere Informationstheoretiker aus, die nach ihm kamen. Vor allem die Vorstellung, alles Wissen der Menschheit auf ein vernünftiges Format bündeln zu können oder die Hauptaussage von „As We May Think“, Wissenschaftlern ihre tägliche Arbeit zu erleichtern, beeinflußten zwei Heroen der Hypertextgeschichte maßgeblich.

Es ist noch anzumerken, daß Bush seine Arbeit **rein theoretisch** aufgebaut hat. Er schlägt zwar die Verwendung von Mikrofilmen vor, das ist aber nur einer von vielen möglichen Ansätzen (Bush dachte sich, daß die Mikrophotographie damals die beste Methode werden würde). Wie der Memex genau gebaut werden sollte, blieb nachfolgenden Forschern vorbehalten. Bush gab nur den Denkansatz vor, der in welcher Weise auch immer verwirklicht werden sollte.

3.3 Hypertext - ein Name wird geboren

Der erste, der von der Arbeit Vannevar Bush' inspiriert wurde, war Ted Nelson. Er will ein Universum von Dokumenten, das er **Docuverse** nennt, erschaffen, in dem alles, was *jemals* geschrieben wurde, enthalten ist. Das System, das er dafür benutzt, heißt Xanadu und wird, beginnend mit dem Jahre 1960, bis heute entwickelt.

In seinem Buch „Literary Machines" beschreibt Nelson die Entwicklung des Xanadu-Projekts und die Intention dahinter. 15 Jahre nach dem Erscheinen von Bush' Artikel, im Jahre 1960, entwickelt Nelson als Student ein Textsystem auf einem Computer, das es dem Anwender erlaubt, zwei verschiedene Versionen desselben Textes auf dem Bildschirm zu betrachten. Es war auch möglich, von einem Dokument ausgehend zurück zu früheren Versionen zu gehen und so die Entwicklung des Dokumentes sichtbar zu machen. Diese zwei Dinge, *Versioning* und *Historical Backtrack*, spielen auch eine große Rolle beim Design von Xanadu [Nels87].

Das zweite Projekt von Nelson war ebenfalls auf dem Gebiet der Textbearbeitung gelegen. Er entwickelte ein System, in welchem Text in mehrere Abschnitte aufgeteilt wird und man am Ende der Abschnitte mehrere Verzweigungsmöglichkeiten zu weiteren Teilen hat (Nelson nennt das in seinem Buch *chunk-style hypertext*). 1965 verbindet er die beiden Projekte zu den *zippered lists*, die die Vorteile der beiden Systeme vereinen. Zum einen die Möglichkeit des Versioning und Backtrack, zum anderen die Verbindung einzelner Textabschnitte untereinander [Nels87].

Im selben Jahr, 1965, gibt uns Nelson auch den Namen für Systeme von nicht-linearem (bzw. nicht-sequentiellem, wie er es nennt) Text: **Hypertext**.
Das System der zippered lists wird auf der Konferenz der Association of Computing Machinery in Cleveland 1965 vorgestellt und erregt dort große Aufmerksamkeit. Nelson arbeitete weiter an herkömmlichen Textsystemen, aber die Idee, ein riesiges Universum von Dokumenten zu erschaffen, hatte ihn gepackt.

1966 entschied er sich für den Namen **„Xanadu“** für sein ambitioniertes Projekt, nach dem Palast im Gedicht „Kubla Khan“ von Samuel Coleridge. Dieser Palast, Xanadu eben, war ein magischer Ort, ein Gedächtnis der Literatur, in dem alle Literatur der Welt aufbewahrt und nie vergessen wurde [DeBr95].

Xanadu löscht niemals Text. Auch wenn Teile eines Textes verändert werden, bleibt die alte Version erhalten und ermöglicht so ein Vergleichen mit früheren Versionen und ein historisches Backtrack (diese beiden Sachen entstammen wohl Nelsons erstem Entwurf aus dem Jahre 1960). Außerdem kann es sein, daß ein Link auf eine Version des Textes existiert, die überarbeitet worden ist. Ist der ursprüngliche Text, auf den der Link gezeigt hat, in der neuesten Version nicht mehr enthalten, verliert der Link seine **Konsistenz**.
Bei diesem Versioning werden aber natürlich nicht alle Dokumente in ihrer Gesamtheit gespeichert, sondern nur das laufende, aktuelle Dokument existiert als Ganzes. Um auf frühere Varianten zugreifen zu können, werden nur die *Änderungen*, die vorgenommen wurden, aufgezeichnet. So kann man jede Version eines Dokumentes erhalten [Nels87].

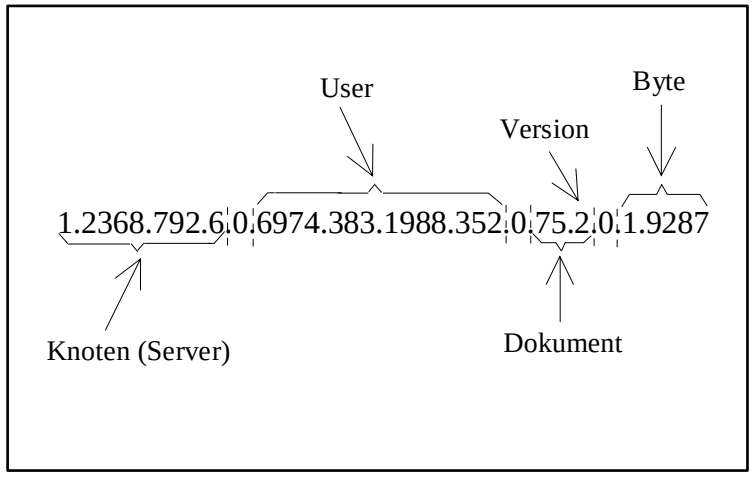

Abb.3.3: Adresse in Xanadu

Dafür ist es aber auch notwendig, **jedes einzelne Byte** innerhalb von Xanadu adressieren zu können. Und das ist in der Tat auch der Fall. Abbildung 3.3 zeigt ein Beispiel für eine mögliche Adresse in Xanadu. Die ersten vier Zahlen (1, 2368, 792, 6) stellen den Knoten (Server) dar, auf dem das Dokument gespeichert ist. Nach einer Null zur Abgrenzung folgen vier Zahlen (6974, 383, 1988, 352) zur Benutzeridentifikation. Das ist die (eindeutige) Nummer desjenigen, der das Dokument geschrieben hat (warum das wichtig ist, wird später erläutert). Nach einer weiteren Begrenzungs-Null folgen zwei Zahlen mit der Dokumenten- (75) und Versionsnummer (2). Schließlich stellen die letzten zwei Zahlen (1, 9287) das genaue Byte des jeweiligen Dokuments dar [Nels87].

Die gesamte Adresse in Abb. 3.3 stellt also das 9287ste Byte des Dokumentes mit der Nummer 75 in der Version 2 von User 6974.383.1988.352 dar, welches auf dem Server mit der Nummer 1.2368.792.6 gespeichert ist. Stellt die Adresse einen Link dar, so ändert sich nur die vorletzte Zahl: aus einer Eins wird eine Zwei [Nels87]. Eine mögliche Adresse für einen Link in Xanadu wäre also 1.2368.792.6.0. 6974.383.1988.352.0.75.2.0.2.32.
Das wäre der 32ste definierte Link des besprochenen Dokumentes.

Wenn die gesamte Literatur der Welt online auf Computern verfügbar ist und von jedermann gelesen werden kann, bekommt ein Aspekt eine enorme Bedeutung: das Entgelt des Autors. In Xanadu wird das durch Bezahlung sogenannter **royalties** erledigt. Da jeder Autor eines Dokumentes eine eindeutige Nummer besitzt, wird für jedes Byte, das von diesem Verfasser gelesen wird, ein bestimmter Geldwert bezahlt. Texte können nur gelesen werden, wenn diese Dokumente *public documents* sind. Sind die Texte als *private documents* privater Natur, können sie nur vom Autor gelesen werden. Durch den Akt der Publikation als public document gibt der Autor automatisch die Erlaubnis, diese Texte für Links zur Verfügung zu stellen [Nels87].

Die Abrechnung und Weiterleitung des Geldes erfolgt durch den Service-Provider (in Xanadu Storage Vendor genannt). Der typische Betrag, der für das Lesen eines Bytes anfällt, beträgt ein Tausendstel amerikanische Cent. Für tausend Wörter ergibt das circa fünf Cents und für 20.000 Wörter einen Dollar [Nels87].

Die Entwicklung von Xanadu geht auch heutzutage noch weiter und die Anforderungen für ein Xanadu System schauen im Moment so aus [Pam96]:

- jeder Xanadu Server wird einmalig und gesichert identifiziert
- jeder Xanadu Server kann unabhängig (stand alone) oder in einem Netzwerk betrieben werden
- jeder Anwender ist einmalig und gesichert identifiziert
- jeder Anwender kann Dokumente Suchen, Erhalten, Erschaffen und Speichern
- jedes Dokument kann aus einer beliebigen Anzahl von Teilen bestehen, die wiederum beliebige Datentypen sein können
- jedes Dokument kann Links auf andere Dokumente (sofern sie public documents sind) enthalten. Links sind sichtbar und können von allen Endpunkten verfolgt werden (also forward und backward)
- jedes Dokument kann einen royalty Mechanismus enthalten um die Entlohnung des Autors zu gewährleisten
- jedes Dokument ist einmalig und gesichert identifiziert
- jedes Dokument hat sichere Zugriffskontrollen
- jedes Dokument kann schnell gesucht, gefunden und gespeichert werden, ohne daß der Anwender wissen muß, wo es physisch abgespeichert ist
- jedes Dokument wird automatisch mehrere Male redundant abgespeichert, um einen Verlust im Falle einer Katastrophe zu verhindern
- jeder Xanadu Service Provider kann den Geldbetrag, den er von den Anwendern für das Suchen, die Speicherung und das Publizieren von Dokumenten bekommt, selbst bestimmen
- das Xanadu Client-Server Protokoll ist ein öffentlich publizierter Standard, der von anderen Entwicklern übernommen werden darf und soll

Ein Programm, das viele dieser Anforderungen erfüllt, ist **Hyper-G**. Nähere Informationen dazu finden sich in Kapitel 5. Die Xanadu Operating Company hat mehrere Prototypen auf verschiedenen Systemen entwickelt, die Entwicklung ist jedoch keineswegs abgeschlossen [ShKe89].

3.4 Die Vermehrung menschlichen Wissens

Durch die Entwicklung von Hypertext-Systemen kam die Computerwelt auch in den Genuß von anderen Technologien, die heutzutage bei der Benutzung moderner Computer nicht mehr wegzudenken sind: die Maus, mehrere Windows, Groupware, Online-Hilfe und viele andere [Legg95].

Der Mann, der die oben erwähnten Dinge „erfunden“ hat, war Douglas Engelbart. Als er 1945 auf den Philippinen auf sein Schiff in die USA warten mußte, las er den Artikel von Vannevar Bush im Atlantic Monthly, „As We May Think“ [Niel90]. Engelbart war von den Ideen, die Bush vorschlug, fasziniert. Während Bush seine Arbeit nur als theoretisches Modell konzipiert hatte, lernte Engelbart den Umgang mit Computern und kam schließlich zur Überzeugung, ein Computerprogramm schreiben zu müssen, daß „die menschliche Intelligenz vermehren“ sollte.

Das Projekt wurde 1962 am Stanford Research Institute mit dem Namen **Augmentation System** (kurz: AUGMENT; dt.: vermehren) begonnen. Es bestand aus mehreren Teilen, von denen das wichtigste das **oN-Line System (NLS)** ist. Das NLS war eine Datenbank, in der alle Arbeiten, Berichte und Memos der Mitarbeiter des AUGMENT Projektes gespeichert wurden [Niel90].

NLS baut auf einer hierarchischen Struktur der Texte auf, d.h. es gibt immer Kapiteleinteilungen, Überschriften, Unterüberschriften, Abschnitte, etc... (siehe Abb.3.4).

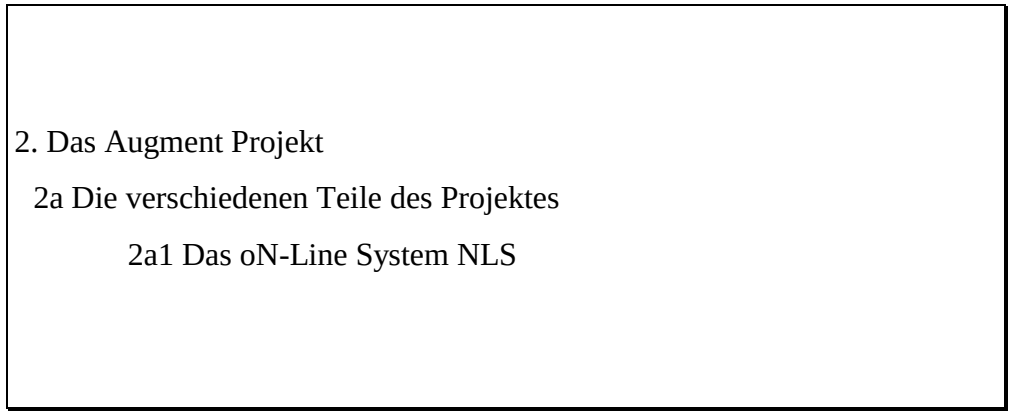

Abb.3.4: Hierarchische Struktur in NLS

Diese Elemente können mit Namen versehen werden und man kann in anderen Elementen diese Namen verwenden, um Links zu generieren [Rada91]. Um diese Links zu aktivieren, entwickelte das Forscherteam rund um Engelbart ein neues Eingabemedium, die Maus. Mit einer Maus war die Benutzung der Tastatur zum Folgen eines Links nicht mehr nötig, man „klickte“ einfach auf den Mausbutton.

Die Texte wurden auf dem Bildschirm in einem Fenster dargestellt. Es konnten auch mehrere Fenster geöffnet sein (multi-windowing), und der Text wurde durch Scrollen im Fenster angezeigt. Es gab drei verschiedene Anzeigearten für die Texte [Rada91]:

- level clipping: man konnte eine Ebene (z.B. erste Kapitelüberschrift, in Abb. 3.4 wäre das die Nummer 2a) auswählen und sich alle Ebenen anzeigen lassen, die unter dieser oder auf demselben Niveau wie diese lagen
- line truncation: man konnte angeben, sich nur eine bestimmte Anzahl von Zeilen in jeder Ebene anzeigen zu lassen
- content filtering: man konnte verschiedene Suchbegriffe eingeben und es wurden die Ergebnisse angezeigt, die die gesuchten Begriffe enthalten

Außerdem konnte der Anwender die Anzeige teilen: im oberen Teil etwa blieben z.B. drei Zeilen immer stehen, während im unteren Teil der dazugehörige Text gelesen (und gescrollt) werden konnte (siehe Abb.3.5) [Rada91].

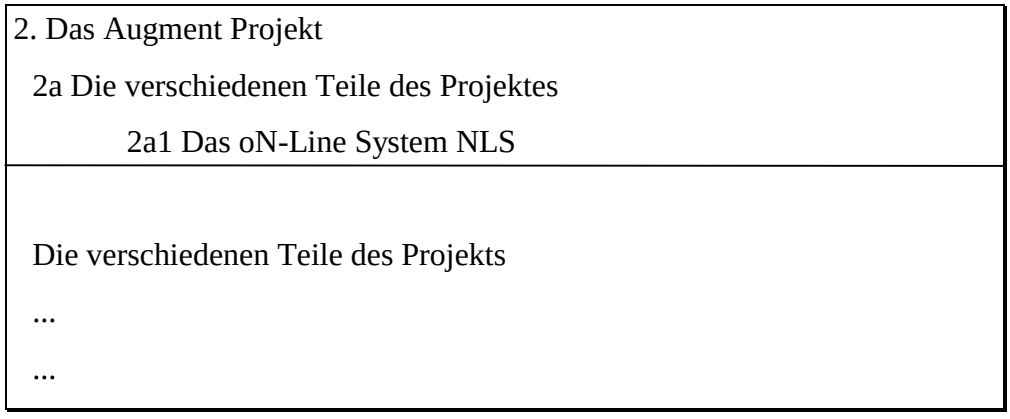

Abb.3.5: geteilte Anzeige in NLS

Wie bereits erwähnt wurden alle Schriftstücke des AUGMENT-Projektes in der Datenbank des oN-Line System abgespeichert. Im Laufe der Zeit sammelten sich so über 100.000 Artikel, und NLS wurde auf der Fall Joint Computer Conference 1968 in San Francisco der breiteren Öffentlichkeit vorgestellt [Niel90]. Die Demonstration war insofern ein großer Erfolg, weil vielen Leuten erstmals die Möglichkeiten des *interaktiven Computing* dargestellt wurden. Andererseits zeigte sich, daß Anwender, die nicht bei der Programmierung des Systems dabeigewesen waren, große Probleme hatte, die neuen Möglichkeiten, die NLS bot, zu lernen [Rada91].

Das NLS war, wie schon erwähnt, nur ein Teil des AUGMENT-Projektes. Dieses sollte Leuten helfen, die in großen (oder kleineren) Gruppen zusammenarbeiten, ihre Arbeit untereinander zu koordinieren. Dazu gehörten, neben NLS, auch noch Fähigkeiten wie elektronische Post (e-Mail) und Videokonferenzen [ShKe89].

Da die Technologie, die Engelbart entwickelt hatte, seiner Zeit weit voraus war und sich die Unternehmen die teure Hardware, die dazu benötigt wurde, nicht leisten konnte, wurde AUGMENT kein kommerzieller Erfolg. 1975 wurden die Forschungsgelder für Engelbart gestrichen und das Team des AUGMENT-Projektes löste sich auf. Ein Teil der Mitarbeiter ging zum Palo Alto Research Center (PARC) von Xerox und entwickelte dort den ersten Computer mit graphischer Benutzeroberfläche. Engelbart selbst arbeitete weiter an seiner Vision der Vermehrung der Kapazität des menschlichen Geistes und gründete das Bootstrap Institute, das sich mit der Entwicklung von Programmen zur kooperativen Arbeit am Computer befaßt [DeBr95].

3.5 Hypertext verläßt die Universität

Das erste Hypertext-System, das außerhalb einer Universität in großem Umfang angewendet wurde, war das **Hypertext Editing System (HES)** von Andries van Dam. Es wurde 1967 an der Brown University entwickelt, wobei einer der Mitarbeiter Ted Nelson war. HES erlaubte Verzweigungen innerhalb des Textes zu anderen Texten, das Hauptaugenmerk lag jedoch nicht in den Hypertext-Fähigkeiten, sondern am Ausdruck des Textes auf Papier. Diese Tatsache wurde von Nelson bemängelt und so verließ er das Entwicklerteam und arbeitete weiter an seiner Idee einer globalen Wissensdatenbank [Nels87].

Das Hypertext Editing System wurde auf einem IBM/360 Großrechner entwickelt und wurde von IBM an das Houston Manned Spacecraft Center verkauft, wo es für die Dokumentation der Apollo Missionen der NASA verwendet wurde [Niel90]. Ansonsten war das Programm allerdings kein großer Erfolg, da die Anwender mit den Links nicht zurechtkamen. Das Navigieren im Hypertext war (außer für die Entwickler) ein großes Problem, deshalb begann van Dam 1968 mit der Entwicklung des **File Retrieval and Editing System (FRESS)** [Rada91].

FRESS war ein auf den Multiuser-Betrieb ausgerichtetes Hypertext-System, das sich größerer Beliebtheit erfreuen sollte als das Hypertext Editing System. Anwender des FRESS konnten Dokumente auf einem interaktiven Editor schreiben und zwei Arten von Links definieren: tags und jumps. Ein tag war ein unidirektionaler Link, der nur von der Startadresse aus verfolgt werden konnte und für Anmerkungen, Definitionen und Fußnoten verwendet wurde. Ein jump hingegen war ein bidirektionaler Link, der sowohl von der Start- als auch von der Zieladresse aus ausgeführt werden konnte und das entsprechende Dokument darstellte, wobei bis zu sieben Fenster gleichzeitig auf dem Bildschirm angezeigt wurden [DeBr95].

Sowohl den Links als auch Teilen des Textes konnten Schlüsselwörter zugeordnet werden, um umfangreiche Suchfunktionen ausführen zu können. Das File Retrieval and Editing System wurde zehn Jahre lang von Studenten und Professoren an der Brown University verwendet, obwohl auch hier Studenten bemängelten, daß die Kreation von Links zu kompliziert war und es keine Hilfestellungen gab, wo genau man sich im System befand (ein erstes Lost in Hypertext Syndrom?) [DeBr95].

3.6 Hypertext bekommt einen Rahmen

An der Carnegie Mellon University beginnt 1972 ein Forschungsprojekt zur Entwicklung eines Hypertextprogrammes. Dieses Programm, **ZOG** (kein Akronym), baut auf einer hierarchischen (Menü)Struktur auf. In der ersten Version konnte man nur verschiedene Programme aus einem Menü auswählen und diese ablaufen lassen [Rada91]. Das war aber nur der Anfang, in weiterer Folge wurde ZOG zu einem Hypertext-System weiterentwickelt.

Der Unterschied zu früheren Hypertext-Systemen besteht darin, daß der Text in ZOG in einem sogenannten **Frame** (dt.: Rahmen) dargestellt wird. Es werden immer entweder ein oder zwei Frames auf dem Bildschirm angezeigt, wobei die Darstellung bei zwei Frames nebeneinander erfolgt, wodurch der Eindruck eines aufgeschlagenen Buches entsteht. Die Größe der Frames kann nicht geändert werden, es wird auch kein Text innerhalb der Frames gescrollt [Niel90].

Innerhalb eines Frames können Tree Buttons und Annotation Buttons definiert werden, die als Link fungieren. ZOG war auf Großrechnern und PERQ-Workstations lauffähig und wurde 1983 bei einem großen Versuch auf einem Flugzeugträger der US Navy, der USS Carl Vinson, installiert, um verschiedene Dokumentationsaufgaben zu erfüllen [Niel90].

Zu dieser Zeit existierte jedoch schon der Nachfolger von ZOG, nämlich das **Knowledge Management System (KMS)**, das von zwei Programmieren von ZOG entwickelt wurde. KMS baut auf denselben Prinzipien auf wie ZOG (zwei Frames auf dem Bildschirm, Tree und Annotation Buttons), war jedoch in der Performance viel besser [DeBr95].

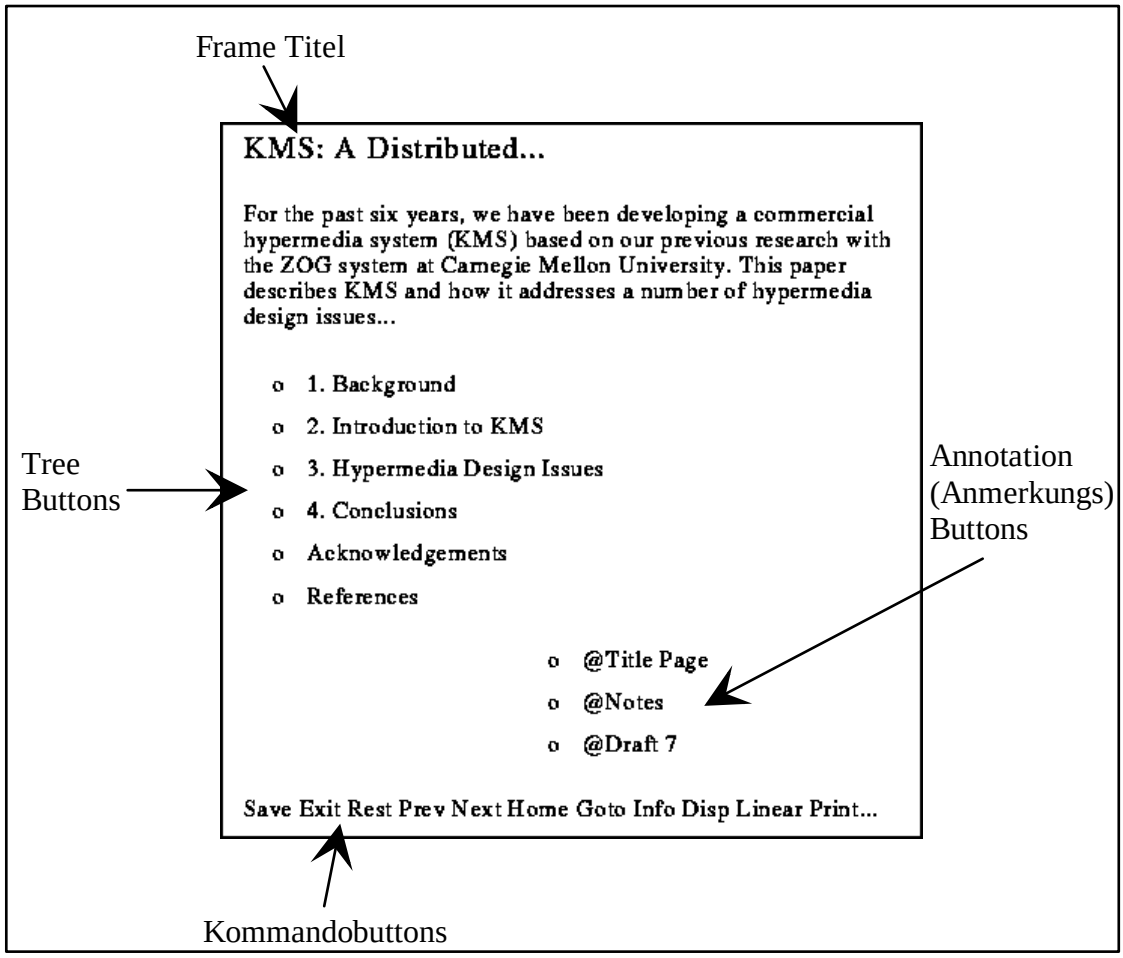
Frame Titel
KMS: A Distributed...
For the past six years, we have been developing a commercial hypermedia system (KMS) based on our previous research with the ZOG system at Carnegie Mellon University. This paper describes KMS and how it addresses a number of hypermedia design issues...
o 1. Background
o 2. Introduction to KMS
o 3. Hypermedia Design Issues
o 4. Conclusions
o Acknowledgements
o References
o @Title Page
o @Notes
o @Draft 7
Save Exit Rest Prev Next Home Goto Info Disp Linear Print...
Tree Buttons
Annotation (Anmerkungs) Buttons
Kommandobuttons

Abb.3.6: Knowledge Management System

KMS läuft auf Sun und Apollo Workstations und hat auch verbesserte Graphikfähigkeiten (gegenüber ZOG). Jeder Frame in KMS besitzt einen Titel, Tree Buttons, Annotation Buttons und Command Buttons. Die Tree Buttons sind Links auf andere Frames (man beachte, daß der Zielknoten immer ein *ganzer* Frame ist), Annotation Buttons zeigen auf Kommentare und die Command Buttons führen spezielle Funktionen (wie das Speichern, Ausdrucken eines Frames) aus [Rada91].

Das User Interface von KMS ist sehr ausgereift, für die meisten Aktionen, die man durchführen möchte, genügt ein einfacher Mausklick. Neben Text können in den Frames auch Graphiken und eingescannte Bilder enthalten sein, andere Medien werden jedoch nicht unterstützt [Rada91].

3.7 Hypertext bekommt Beine

Bisher war immer nur von Hyper*text* die Rede, ab dem Jahr 1978 kommt der Begriff **Hypermedia** dazu. Hypermedia ist ein Begriff für Hypertext, der multimediale Datentypen enthält. Multimedia bedeutet in diesem Zusammenhang jedoch nicht (wie es uns einige Zeitgenossen glaubhaft machen wollen) die Verwendung von Bildern und Graphiken, sondern den Gebrauch von *dynamischen Datentypen* wie Animationen, Sprache, Videos oder Musik [HoSi95].

Im Jahre 1978 wurde von der Architecture Machine Group des Massachusets Institute of Technology (MIT) die **Aspen Movie Map** hergestellt. Auf einem LKW wurden vier Kameras aufgestellt, die jede in eine andere Richtung zeigten (jeweils um 90° gedreht). Der Lastwagen fuhr durch Aspen im US Bundesstaat Colorado, blieb alle drei Meter stehen und die Kameras machten jeweils ein Bild von der Straße. Auf diese Weise wurden alle Straßen von Aspen „kartographiert“ und die Bilder auf Videodisks übertragen [Niel90].

Auch vom Inneren von Gebäuden wurden Aufnahmen gemacht (nicht von allen, sondern nur von öffentlich zugänglichen) und auf Videodisk gespeichert. Die Programmierer vom MIT schrieben dann ein Programm, mit dem der Anwender durch die Straßen von Aspen gehen konnte (auf einem Computerbildschirm). Man konnte sich in alle Richtungen drehen und in die Häuser hineingehen. Die Geschwindigkeit, mit der die Bilder angezeigt wurden, konnte man so hoch wählen, als ob man mit 110 km/h durch die Stadt fahren würde (von der technischen Seite wäre eine Simulation bis zu 330 km/h möglich gewesen), so entstand der Eindruck einer Videoanimation [DeBr95].

Das System benutzte zwei Monitore zur Darstellung des jeweiligen Standortes des Benutzers. Auf einem Bildschirm sah man die Perspektive von der Straße aus, so wie sie von den Kameras aufgenommen waren waren. Auf dem zweiten Bildschirm sah man einen Stadtplan, auf dem man sich orientieren konnte, in welchem Teil der Stadt man sich genau befand. Die Aspen Movie Map hatte sonst keine Anwendung, sie zeigte nur auf, was damals auf diesem Gebiet möglich war [Niel90].

Ein anderes System, das die Architecture Machine Group (die später mit anderen Instituten zum Media Lab verschmolz) entwickelte, war das **Movie Manual**. Mit diesem konnte man durch Videos, Graphiken und Text die Reparatur eines Autos oder Fahrrades nachvollziehen [Niel90].

3.8 Hypertext setzt sich durch

In den 80er Jahren kam die Entwicklung von Hypertext-Programmen richtig in Schwung. Eine ganze Reihe von Programmen wurde entwickelt, von denen hier nur die wichtigsten kurz in der zeitlichen Reihenfolge der Entwicklung beschrieben werden.

3.8.1 Symbolics Document Examiner

Der Symbolics Document Examiner war das erste Hypertext-System, von dem die Anwender wirklich in großem Umfang Gebrauch machten. Die Entwicklung begann 1982 bei den Herstellern der Symbolics Workstation. Das Ziel war, das Handbuch, das mit dem Computer mitgeliefert wurde und 8.000 Seiten stark war, mittels eines Hypertext-Programms direkt auf dem Computer zur Verfügung zu stellen [Niel90].

Nach drei Jahren Arbeit konnte das System im Jahre 1985 mit den Symbolics Workstations ausgeliefert werden. Schlußendlich wurde das Handbuch, das aus 8000 Seiten bestanden hatte, in 10.000 Knoten aufgeteilt, wobei 23.000 Links zwischen den Knoten existierten. Das System war wie ein Buch aufgebaut (es gab Kapitel, Inhaltsverzeichnisse), die Anwender konnten jedoch einzelne Abschnitte mit *Bookmarks* versehen, um sie so für nochmaliges Lesen zu markieren [DeBr95].

3.8.2 Guide

Die Entwicklung von Guide beginnt im Jahre 1982 an der University of Kent. Die erste Version wurde auf einer PERQ-Workstation entwickelt und die Firma Office Workstations Limited begann 1984 mit der Implementation des Systems auf dem Macintosh. Die Versionen von Guide für Macintosh und PC wurden im Jahre 1986 ausgeliefert und stellten auf beiden Computersystemen die gleiche Oberfläche zur Verfügung [ShKe89].

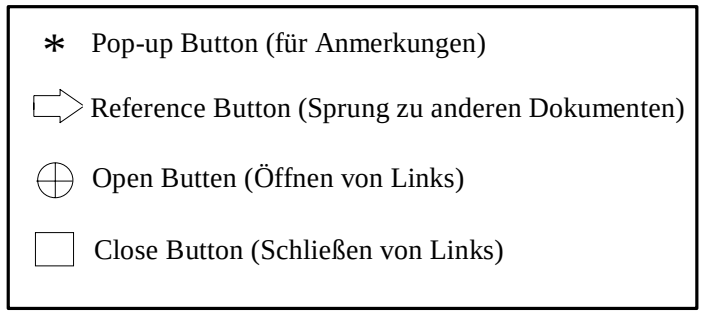
* Pop-up Button (für Anmerkungen)
Reference Button (Sprung zu anderen Dokumenten)
Open Butten (Öffnen von Links)
Close Button (Schließen von Links)

Abb.3.7: Guide Link Typen

In Guide wird, wenn ein Link aktiviert wird, nicht eine neue Seite aufgebaut und auf dieser der Text angezeigt, sondern der ursprüngliche Text bleibt auf dem Bildschirm und an der Stelle des Links wird der Text eingefügt. Das setzt eine strenge hierarchische Gliederung des Textes voraus, aus der man jedoch auch ausbrechen kann. Dazu existieren andere Typen von Links, die zu komplett anderen Dokumenten springen können [Rada91]. Eine Weiterentwicklung von Guide, die Multi-User und Netzwerkfähigkeiten besitzt, wurde 1989 unter dem Namen IDEX entwickelt [Kuhl91].

3.8.3 HyperTIES

HyperTIES wurde an der University of Maryland im Jahre 1983 von Ben Shneiderman entwickelt. Der ursprüngliche Name war TIES (The Electronic Encyclopedia System), später wurde der Name in HyperTIES geändert. Das Programm funktioniert auf PCs und Sun Workstations und war das erste Hypertext-Programm, das für PCs in großem Umfang verwendet wurde.

Links in HyperTIES werden durch eine textliche Hervorhebung vom anderen Text gekennzeichnet, durch inverse Darstellung, andere Farben oder andere typographische Merkmale (Unterstreichen, Kursivdruck). Wird der Link aktiviert, dann erhält der Benutzer am unteren Rand des Bildschirm zunächst eine kurze Beschreibung des Inhalts des Textes, auf den der Link zeigt. Entschließt sich der Anwender nach dieser Beschreibung, dem Link zu folgen, wird der ganze Text angezeigt. Dabei wird immer

die erste Seite des Dokuments angezeigt (die Dokumente können aus mehreren Seiten bestehen), die Darstellung basiert also nicht auf fixen Framegrößen [ShKe89].

3.8.4 NoteCards

Viele Mitarbeiter des AUGMENT-Projekts gingen nach Beendigung des Projekts im Jahre 1975 zum Xerox Palo Alto Research Center. Dort wurde 1985 das Hypertext-System NoteCards von Frank Halasz entwickelt. Es basiert auf der Verwendung von verschiedenen Arten von Notizkarten (als Metapher der Notizkarten auf Schreibtischen), von denen folgende die wichtigsten sind: Browser Cards, Filebox Cards und Notecards. Es kann aber für jede spezielle Applikation ein eigener Kartentyp spezifiziert werden [DeBr95].

Auf Browser Cards kann man eine graphische Darstellung der Hierarchie des Hypertextes sehen, was dem Anwender eine gute Vorstellung davon gibt, wo im Hypertext er sich gerade befindet. Filebox Cards werden dazu verwendet, um einzelne Knoten einer hierarchischen Struktur zuzuteilen. Jede Notecard muß in einer Filebox Card enthalten sein. Die Notecards selber schließlich repräsentieren den eigentlich Text, der dargestellt werden soll. Auf dem Bildschirm können alle diese Arten von Karten mehrmals vorkommen. Links werden als Buttons in einer Notecard dargestellt und führen nach dem Anklicken zum Öffnen und zur Darstellung einer weiteren Notecard [Rada91].

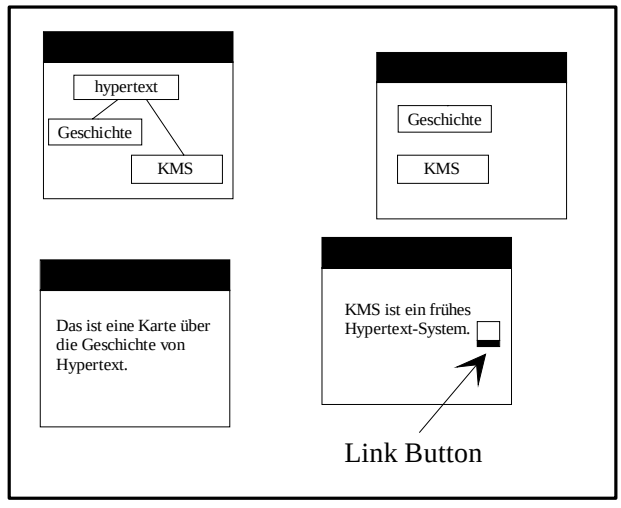

Abb.3.8: NoteCards

3.8.5 InterMedia

Das Programm InterMedia wurde 1985 an der Brown University entwickelt und bietet als solches erstmals Hypermedia-Fähigkeiten. Es können Videos, Sprache, Animationen, Graphiken und Texte verwendet werden, die untereinander durch bidirektionale Links verbunden werden konnten.

Ein weiteres interessantes Feature von InterMedia ist die Möglichkeit der Darstellung von Übersichtsseiten, sogenannten *web views*. Diese werden automatisch vom System erzeugt und zeigen alle Knoten an, die unter dem Knoten liegen, für den der web view erstellt werden soll. Links können mit Schlüsselwörtern versehen werden, nach denen auch gesucht werden kann. Die Studenten der Brown University werden ermutigt, das System zu benutzen, obwohl es einen sehr gravierenden Nachteil besitzt: es wurde zwar auf einem Macintosh programmiert, aber unter dem äußerst seltenen Betriebssystem A/UX (eine UNIX-Version). Deswegen ist eine Vermarktung des Programmes auch äußerst schwierig [ShKe89].

3.8.6 HyperCard

Das erste Programm, das die Anwender dazu ermutigte, Hypertexte in großem Umfang selbst zu erzeugen, war HyperCard. Ab 1987 wurde HyperCard mit jedem Apple Macintosh Computer gratis mitgeliefert, was ihm natürlich einen Wettbewerbsvorsprung gegenüber anderen Programmen brachte, die käuflich erworben werden mußten.

HyperCard basiert auf einem ähnlichem System wie KMS, es werden nämlich immer sogenannte Cards von einer bestimmten Größe dargestellt. Die Cards werden zu Stacks zusammengefaßt und können Links zu anderen Cards enthalten. Pop-Up Texte sind ebenso möglich wie die Einbettung von Graphiken und anderen Medienformen [Niel90].

Durch HyperCard wurde erstmals eine große Anzahl von Computerbenutzern auf die Annehmlichkeiten und Vorteile von Hypertext aufmerksam gemacht und eine große Menge von Hypertexten selbst erstellt.

3.9 Hypertext umspannt die Welt

Die erwähnten Programme sind bei weitem natürlich nicht die einzigen, die in den letzten Jahren entwickelt wurden, aber jedes von ihnen besitzt eine Eigenschaft, die eine Erwähnung hier rechtfertigt:

- Der Symbolics Document Examiner war das erste Hypertext-System, das von vielen Anwendern benutzt wurde
- Guide war das erste Hypertext-System, das auf PCs und Macintosh funktionierte und einen neuen Mechanismus zur Darstellung der Links (Einbettung in den Starttext) beinhaltete
- HyperTIES wurde als erstes Programm auf PCs in großem Umfang verwendet
- NoteCards erleichtert das Navigieren durch die Verwendung von Browser Cards
- InterMedia stellte als erstes multimediale Fähigkeiten zur Verfügung
- HyperCard brachte die Anwender dazu, eigene Hypertexte in großen Mengen selbst zu erzeugen

Eine Liste aller Hypertext-System kann niemals komplett sein, darum gebe ich hier nur eine (kurze) Liste von anderen Hypertext-Systemen an:

ArchiText, Black Magic, gIBIS, Hypertext Abstract Machine, HyperDoc, LinkWay, NaviText, Neptune, SuperBook, SuperCard, Window Book Technology, und so weiter und so fort.....

Durch die massive Präsentation von Hypertext-Systemen ab 1985 kam es im November 1987 zur ersten Konferenz über Hypertext an der University of North Carolina, Hypertext’87. Der erste Hypertext Workshop in Europa wurde im März 1988 in Aberdeen abgehalten und die erste europäische Konferenz, Hypertext’2, fand im Juni 1989 an der University of York statt [Barg96].

In den USA folgte Hypertext'89 im November 1989 in Pittsburgh und ein Jahr später, im November 1990, war die European Conference on Hypertext (ECHT'90) in Paris. Die folgenden Konferenzen waren Hypertext'91 im Dezember 1991 in San Antonio, ECHT`92 im November/Dezember 1992 in Mailand, Hypertext'93 im Novemeber 1993 in Seattle, ECHT'94 im Spetember 1994 in Edinburgh und Hypertext'96 in Washington D.C. Viele weitere Konferenzen werden noch folgen [Barg96].

Das Programm, das Hypertext Millionen von Anwendern zur Verfügung stellte, war Mosaic. Mosaic ist ein Browser für das World Wide Web, das als Hypertext-System am CERN in Genf von Tim Berners-Lee 1989 konzipiert wurde.

Nach mehreren Entwicklungsstufen war das World Wide Web 1992 bereits so populär, daß mehrere Browser mit graphischer Benutzeroberfläche entwickelt wurden. Der erste, der eine große Anzahl von Anwendern ansprechen konnte, war eben Mosaic. Durch dieses Programm konnte man im weltweiten Datennetz „surfen" und multimediale Informationen abrufen.

Durch die Einfachheit der hinter dem World Wide Web liegenden Datenstruktur (die Hypertext Markup Language, HTML) wurden viele Anwender ermutigt, eigene Web-Seiten zu produzieren und weltweit zur Verfügung zu stellen. Alleine die Aussicht, daß die eigene Seite von Millionen Lesern (theoretisch) betrachtet werden kann, führt zu immer mehr Computerbenutzern, die eine eigene Web-Seite haben möchten. Für weitere Informationen zum Thema World Wide Web siehe Kapitel 5.

4. Die Geschichte des Internet

Das Internet ist das Netzwerk der Netzwerke, das Metanetzwerk, das alle miteinander verbindet.

Hervorgegangen aus einem Forschungsprojekt des amerikanischen Militärs ist ein gigantisches Netzwerk entstanden, das (fast) jeden noch so entlegenen Winkel der Erde erreicht und momentan 13 Millionen Computer miteinander verbindet.

Durch die Entwicklung der Paketvermittlung und der darauf folgenden Entstehung des ARPANET ist eine Lawine losgetreten worden, die die ganze Welt (mit Datenmüll?) verschüttet hat.

Die Geschwindigkeitem, mit denen die Datenpakete durch das Netz brausen, liegen dabei schon bei (theoretischen) 10.000 Megabits pro Sekunde! Über normale Telephonleitungen kann man von zu Hause aus schon Geschwindigkeiten von 6 Megabits pro Sekunde erreichen.

4.1 Theoretische Grundsätze & der Atomkrieg

Man könnte sagen, daß das Internet ein „Kind“ des Kalten Krieges ist.

Denn als „Antwort“ auf den ersten ins All geschossenen Satelliten, des Sputnik, hatte das amerikanische Verteidigungsministerium (**Department of Defense**, DoD) im Jahre 1957 eine Forschungsabteilung gegründet, die den technologischen und militärischen Vorsprung der UdSSR aufhalten sollte: die **Advanced Research Projects Agency (ARPA)** [GoHe95].

Aufgabe dieser Institution war es, die technischen Voraussetzungen zu schaffen, damit die USA wieder die führende Rolle in Wissenschaft und Technologie einnehmen konnte, und damit das Militär diese Erkenntnisse der Wissenschaftler zu ihrem Nutzen verwenden konnten.

Der kalte Krieg mit seiner atomaren Bedrohung forcierte also den Drang des Militärs, neue Technologien einzusetzen, um dem Feind überlegen zu sein.
Dies führte dazu, daß zum Höhepunkt jener Zeit, am Beginn der 60er Jahre dieses Jahrhunderts, das Militär der USA bereits ausreichend mit Computern und Rechenzentren versorgt war und diese Rechner mittels einfacher Netzwerke miteinander verbunden waren [Sterl93].

So konnte ein Oberst in Idaho seinem General in North Carolina mitteilen, daß soeben ein Flugzeug auf einem Probeflug abgestürzt war. Der General teilte daraufhin der Flugzeugfirma Douglas (auf elektronischem Wege) mit, daß an dem neuen Prototyp kein Bedarf mehr bestand.

Es funktionierte also, man konnte elektronisch miteinander kommunizieren. Doch etwas störte an der ganzen Sache: fiel einer der Netzknoten, über die die Nachricht weitergeleitet wurde, aus, so brach das gesamte Netzwerk zusammen, bis der defekte Knoten repariert worden war. Dies war natürlich eine äußerst unbefriedigende Lösung, zumal es nicht der Bedrohungssituation entsprach, der die USA während des kalten Krieges ausgesetzt war. Denn die sah so aus, daß der Feind durch eine Atombombe große Teile des Netzwerkes zerstören könnte und eine solch große Zerstörung des Netzes würde die Kommunikation über lange Zeit zusammenbrechen lassen.

Das strategische Problem, das die RAND Corporation, Amerikas oberste Denkanstalt des kalten Krieges, beschäftigte, war also: wie konnten die U.S. Behörden (vor allem das Militär) nach einem nuklearen Schlag miteinander kommunizieren? [Sterl93]

Das postnukleare Amerika würde ein Kommando- und Kontrollnetzwerk benötigen, verbunden von Stadt zu Stadt, Bundesstaat zu Bundesstaat und Militärbasis zu Militärbasis. Aber wie gründlich dieses Netzwerk auch gepanzert und beschützt worden wäre, niemand konnte es so absichern, daß die Schaltstellen, die Verbindungsgeräte und Kabel so sicher wären, daß sie einen Atomschlag überstehen können. Sie würden immer verwundbar bleiben und damit war das Netzwerk so schwach wie ihr schwächstes Glied: fiel ein Baustein des Mosaiks heraus, so zerfiel das ganze Bild. Ein nuklearer Angriff würde jedes denkbare Netzwerk zerfetzen und binnen Sekunden unbrauchbar machen [Sterl93].

Ein weiteres Problem bestand darin, daß jedes Netzwerk Kommando- und Kontrollzentralen benötigt. Das allein wäre zwar kein Problem, aber jede Zentrale eines militärischen Netzes würde ein Ziel erster Ordnung für eine feindliche Rakete sein. Das Zentrum des Netzes würde eine der ersten Stellen eines Einschlages sein. Schon damals galt: zerstöre die Kommunikationseinrichtungen und damit die Kommunikation des Feindes, und der Sieg wird dir nicht mehr zu nehmen sein.

Dieses Problem läßt sich durchaus auch in die heutige Zeit verlagern: schon während des Golfkrieges gegen den Irak setzten die USA Störsatelliten ein, die die Funkgeräte des Gegners unbrauchbar machen sollten. Mittels Fernsehstationen in unmittelbarer Nähe zum Irak wurden die Nachrichtensendungen des irakischen Fernsehens gestört und überlagert und nicht zuletzt wollte man das Computernetzwerk des Irak durch einen Computervirus zum Absturz bringen.

Man sieht also, daß die Militärstrategen noch immer Wert darauf legen, die Kommunikation des Feindes zu stören oder zu zerstören. Und das war ja mit den Netzen, die zur Zeit des kalten Krieges in den 60er Jahren verwendet wurden, sehr einfach: ein Loch im Netz, und die Kommunikation im Netz war zerstört.

Die ARPA sponserte Forschungen auf diesem Gebiet und **1962** wurde die erste Arbeit, die eine Lösung für diese Probleme darstellen sollte, veröffentlicht. Die RAND Corporation grübelte über dieses Problem nach und ersann einen Vorschlag, ein Netz zu gestalten, das solche „Löcher“ von selbst umgehen konnte. Der Autor, Paul Baran von der RAND Corporation, lieferte in der Arbeit „On Distributed Communications Networks“ erstmals eine Theorie über paketvermittelnde Netzwerke. [Haub95]

Die Prämissen, von denen man ausging, sahen so aus: das Netzwerk würde

- keine zentrale Behörde haben
- und von Beginn an so gestaltet sein, daß es arbeiten könnte, auch wenn Teile zerstört wären.

In der Theorie wären damit die zwei Hauptprobleme beseitigt worden. Eine feindliche Rakete konnte nicht auf ein Zentrum des Netzes abgeschossen werden, da es kein Zentrum gab. Und eine Unterbrechung des Netzes (der Leitung) aus welchem Grund auch immer würde sich nicht auf die Kommunikationsfähigkeit des Netzwerks auswirken.

Wie sah es nun mit der praktischen Umsetzung dieser Prämissen aus. Das Prinzip war einfach: es wurde angenommen, daß das Netzwerk selbst immer unzuverlässig war. Für jeden Knoten im Netzwerk bestand die Möglichkeit, daß er ausfiel (und sei es auch nicht durch einen Atomangriff). Jeder Knoten im Netzwerk würde den gleichen Status haben wie jeder andere Knoten, es gäbe keine „höhergestellten“ oder „niedrigergestellten“ Knoten. Jeder Knoten wäre gleich wichtig und hätte die Befugnis, Meldungen zu generieren, zu empfangen und weiterzuleiten.

Die Nachrichten selbst würden in einzelne Pakete von einer bestimmten Größe zerlegt, einzeln adressiert und mit einer eigenen Nummer versehen werden. Jedes Paket würde mit der Adresse des Anfangsknoten und der Adresse des Endknoten ausgezeichnet werden und jedes Paket konnte sich seinen Weg durch das Netz selbst bestimmen.

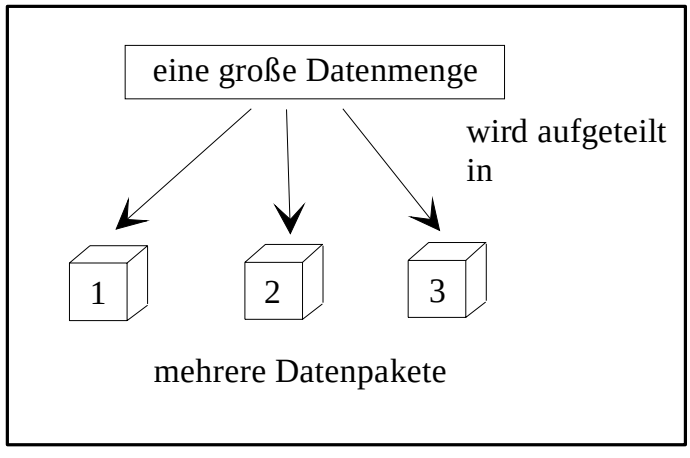

Abb. 4.1: Paketvermittlung

Eine spezielle Route, die das Paket vom Anfangs- zum Endknoten nimmt, wäre dabei unwichtig, es zählt nur, daß das Paket ankommt. Das Paket wird von Knoten zu Knoten weitergegeben, solange bis es sein Ziel erreicht. Grundsätzlich wird jedes Paket von einem Knoten zu einem anderen wie eine heiße Kartoffel weitergegeben, und zwar mehr oder weniger solange in die Richtung seines Zielknotens, bis es am richtigen Platz angelangt ist.

Da die Meldungen, die über so ein Netzwerk liefen, zerteilt worden waren, mußte nicht die gesamte Meldung oder Nachricht bei einem Datenverlust nochmals übertragen werden. Es genügte, einzelne Datenpakete, die verloren gegangen waren, nochmals zu übertragen. Dies erhöhte die Sicherheit eines solchen Netzwerks erheblich und trug dazu bei, den Verkehr im Netzwerk niedrig zu halten [Hard95].

Da diese theoretischen Ansätze genau das waren, was man zu erreichen versuchte, wurden Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Paketvermittlung von der Information Processing Techniques Office (IPTO), einer Abteilung der ARPA, gesponsert [Cerf95].

1967 Im Frühjahr 1967 fand das jährliche Treffen der Principal Investigators (PI) der ARPA an der Universität von Michigan in Ann Arbor statt [Haub95]. Bei diesem Treffen wurde vereinbart, ein *Protokoll* auszuarbeiten, mit dem Computer miteinander (in einem paketvermittelnden Netzwerk) kommunizieren konnten. Nach weiteren Arbeiten und Studien zu diesem Thema wurde im Oktober 1967 ein weiteres Treffen der ARPA abgehalten, bei dem die Spezifikationen für einen **Interface Message Processor (IMP)** festgelegt wurden. Das zu entwickelnde Netzwerk sollte so aussehen, daß an den jeden Hostrechner je einer dieser IMPs angeschlossen wäre. Im Netzwerk würden die IMPs miteinander kommunizieren und die Daten an den jeweiligen Hostrechner weitergeben [Haub95].

Es war notwendig, diese IMPs zwischenzuschalten, weil Computer verschiedenster Hersteller verbunden werden mußten, die dazu noch auf unterschiedlichen Betriebssystemen basierten. Es gab Computer mit 32-Bit und mit 36-Bit Systemen, verschiedenste Charactersets, die Betriebssysteme hatten unterschiedliche Dateiverwaltungssysteme, usw...

4.2 Das ARPANET entsteht

1967 Forts. Bei der ARPA dachte man mittlerweile daran, große Forschungseinrichtungen, die mit dem Geld der ARPA arbeiteten, durch ein einsatzbereites Netzwerk miteinander zu verbinden. Dieser Plan für ein **„ARPA Network“** wurde im Oktober 1967 bei einem Symposium der Association of Computing Machinery (ACM) über „Operating Principles“ in Gatlinberg, Tennessee, der Öffentlichkeit präsentiert. Es sollte ein einsatzfähiges Netzwerk geschaffen werden, das vier Standorte miteinander verbinden konnte und später auf 16 Standorte ausgebaut werden könnte [Haub95].

1968 Verschiedene Vorschläge wurden im Laufe des nächsten halben Jahres eingebracht und im Juni 1968 gab die ARPA schließlich einen Request for Quotation (eine öffentliche Ausschreibung) heraus, nach der die IMPs gebaut werden sollten und in dem die verschiedenen Computerfirmen aufgefordert wurden, Angebote zum Bau dieser IMPs zu machen [Haub95].

Mittlerweile beschränkte sich die Forschungsarbeit auf dem Gebiet der paketvermittelnden Netzwerke nicht nur auf die USA, sondern sie hatte auch auf Europa übergegriffen. Und so kam es, daß das wahrscheinlich erste paketvermittelnde Netzwerk nicht in den USA, sondern in Großbritannien gebaut wurde. Es wurde 1968 am National Physics Laboratory in Betrieb genommen [Hard95]. Im selben Jahr begann auch die Societé Internationale de Télécommunications Aéronautiques mit experimentellen paketvermittelnden Netzwerken [Hard95].

1969 In den USA war man noch nicht ganz so weit, denn erst im Jänner **1969** erhielt die Firma Bolt, Beranek und Newman (BBN) den Auftrag zum Bau des Interface Message Processors. Den ersten IMP erhielt am 1. September 1969 die University of California at Los Angeles (UCLA) [Haub95].

1969 Forts. Die ersten IMPs basierten auf Computern des Typs Honeywell DDP-516 und wurden nach der UCLA noch an drei andere Forschungseinrichtungen geliefert: der University of California at Santa Barbara (UCSB), dem Stanford Research Institute (SRI) und der University of Utah [Hard95]. Wie bereits weiter oben erwähnt dienten die IMPs auch zur Verbindung von Computern verschiedener Hersteller und daß dies notwendig war, zeigte sich auch bei den ersten vier Knoten: es wurden Computern von drei verschiedenen Herstellern (SDS, IBM und DEC) verbunden, auf denen vier verschiedene Betriebssysteme liefen (SEX, Genie, OS/MVT und Tenex) [Zako96].

Damit war der Grundstein zum ARPANET gelegt und noch viele Steine (= Hosts) sollten folgen.

Das Jahr 1969 war auch die Geburtsstunde des Informations- und Dokumentationsflusses des ARPANET. Ein junger Student, der am Projekt mitarbeitete, Steve Crocker, hatte erkannt, daß viele der Mitarbeiter noch Studenten waren und eine übergeordnete Autorität fehlte. So mußte er einen Weg finden, um den Fortgang der Arbeiten zu dokumentieren und er schrieb den ersten **„Request for Comment“** [Cerf93]. Das Ziel der RFCs ist es, eine bestimmte Position oder einen Vorschlag öffentlich zur Diskussion zu bringen, damit ihn andere Personen kommentieren konnten. Der erste Request for Comment wurde am *7. April 1969* mit dem Titel „Host Software“ veröffentlicht [Croc69].

1970 Die Bedeutung der RFCs sei nur am Beispiel des im ARPANET verwendeten Protokolls aufgezeigt: Im Februar des Jahres 1970 wurde im RFC 33 erstmals über ein neues Protokoll berichtet, das die Knotenrechner im ARPANET benutzen sollten [Croc70]. Die Debatte über das neue **Network Control Protocol (NCP)** zog sich 6 Monate dahin und wurde noch in den RFCs 36,39,44,45,46,47,53,54,55 und 57 ausreichend diskutiert. Im Juli schließlich wurde das „Simplified NCP“ vorgestellt und als Standardprotokoll für das ARPANET übernommen [Kali70]. Dieses Beispiel soll zeigen, wie der Kommunikationsfluß im ARPANET

ausgesehen hat und welche Wichtigkeit die RFCs auch in den ersten Jahren des Entstehens des ARPANET hatten.

1971 Und wie sah es mit dem ursprünglichen Plan der ARPA aus, 16 Knoten miteinander zu verbinden? Da (wie bereits mehrmals erwähnt) viele verschiedene Computersysteme angeschlossen werden mußten, war es notwendig für jedes Rechner/Betriebssystemgespann ein neues Protokoll für die IMPs zu schreiben. Deswegen dauerte es relativ lange, nämlich bis zum April 1971, bis 15 Knoten mit insgesamt 23 Rechnern am ARPANET angeschlossen waren.

Die Standorte dieser Knoten waren [Zako96]:

University of California at Los Angeles (UCLA), Stanford Research Institute (SRI), University of California at Santa Barbara (UCSB), University of Utah, Bolt Beranek and Newman (BBN), Massachusetts Institute of Technology (MIT), RAND Corporation, SDC, Harvard, Lincoln Labs, Stanford, University of Illinois at Urbana Champaign (UIUC), Case Western Reserve University (CWRU), Carnegie Mellon University (CMU), NASA-Ames

Bereits jetzt war klar, daß der ursprüngliche Plan, 16 Knoten am ARPANET zu verbinden, erweitert werden mußte. Denn es gab noch einige Forschungseinrichtungen, die von der ARPA Gelder bekamen und die alle in das neue Netzwerk hineinwollten.

Das Jahr 1971 war auch die Geburtsstunde von zwei enorm wichtigen Protokollen, die für die Grundanwendungen des ARPANET benötigt wurden: **TELNET** und **FTP**.

Mit Telnet war es möglich, auf entfernte Computer so zuzugreifen, als ob man direkt vor ihnen sitzen würde und das Terminal, auf dem man schreibt, direkt mit dem entfernten Computer verbunden wäre. Diese Technik, auch als **Remote Login** bezeichnet, ermöglicht es, alle Kommandos auszuführen, die auch an einem

Terminal möglich wären, das direkt an den entfernten Computer angeschlossen ist [Krol92].

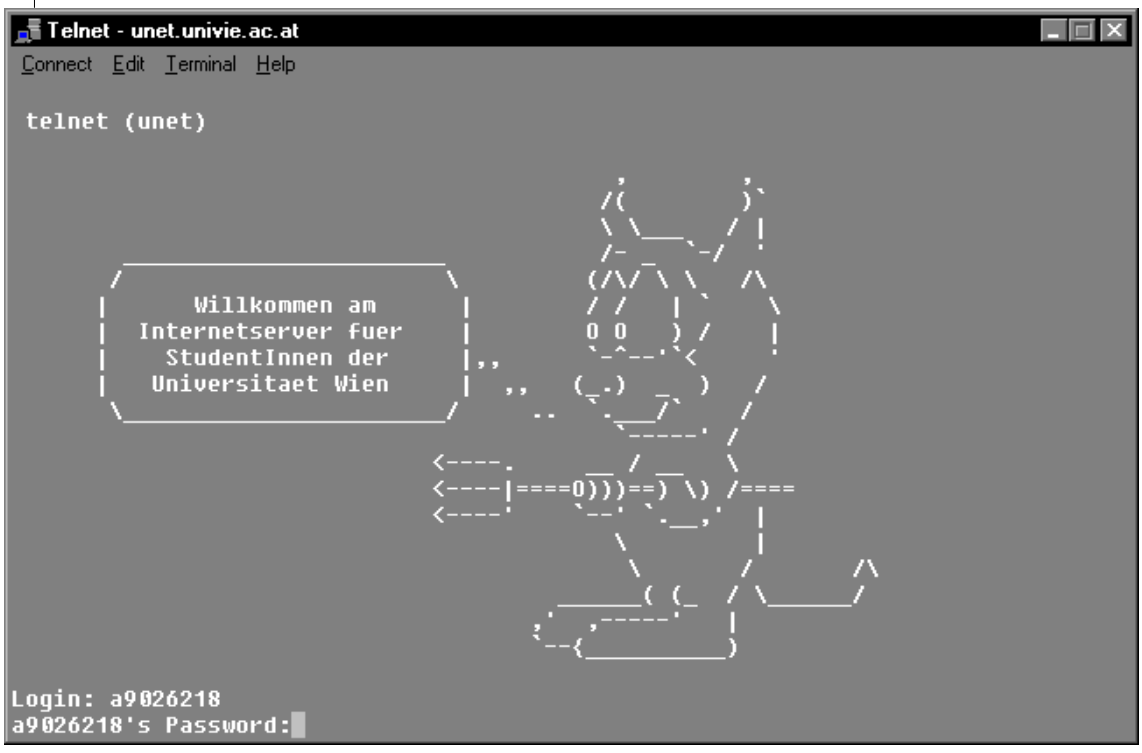

Abb. 4.2: Telnet Session

1971 Forts.

Die Diskussion über das Telnet Protocol zog sich über mehrere Monate dahin, von RFC 97 [MeWa71] bis zu RFC 158, in dem der Standard für das Telnet Protocol vorgeschlagen wird [Sull71], bis das Protokoll schließlich seine endgültigen Spezifikationen im Jahre 1973 im RFC 495 erhält [McKe73].

Das andere Protokoll, das eines der Grundpfeiler des ARPANET und später des Internet werden sollte (u.a. der Dienst mit dem höchsten Datenverkehr bis 1995), war das **File Transfer Protocol (FTP)**. Mit FTP ist es möglich, Dateien von einem Computer über das Netzwerk zu einem anderen Computer zu übertragen, auch wenn die Computer verschiedene Betriebssysteme und Dateiverzeichnisstrukturen haben. Die zu übertragenden Dateien können Daten, Text, Programme oder alles andere sein, was man auf Computern speichern kann [MKNW94].

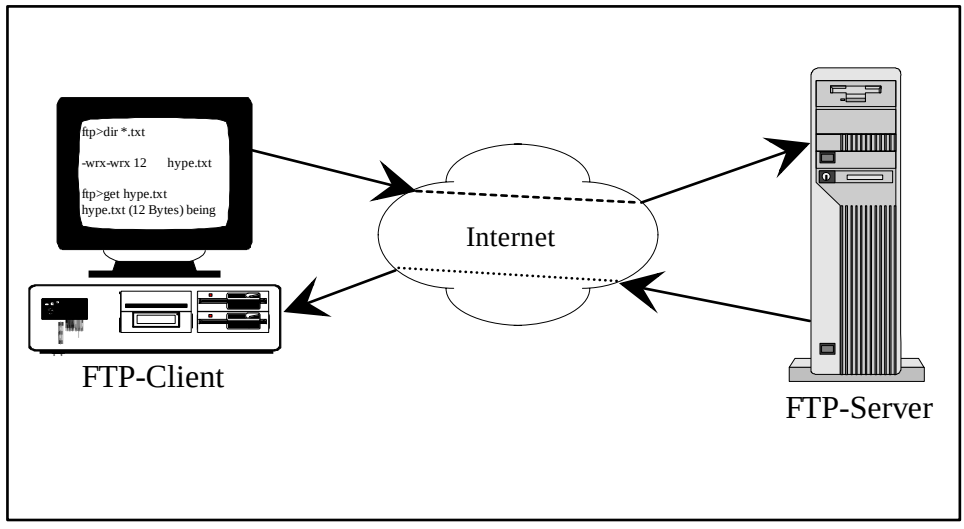

Abb. 4.3: File Transfer Protocol

1971 Forts.

Man unterscheidet bei FTP zwischem identifiziertem und **anonymen FTP**, wobei der Unterschied ein geringer ist: bei identifiziertem FTP muß man als Benutzer des FTP-Servers registriert sein und einen Usernamen und ein Paßwort besitzen, um Dateien übertragen zu können. Bei anonymem FTP reicht als Username die Bezeichnung anonymous und als Paßwort wird (meistens) die e-Mail Adresse abgefragt. Die anonymen FTP-Server stellen einen riesigen Informations- und Dateienpool dar, auf den jeder zugreifen kann [MKNW94].

Das File Transfer Protocol geht den üblichen Weg aller Protokollvorschläge des ARPANET: vom ersten Vorschlag im RFC 114 [Bhus71] über einen Vorschlag zur Spezifikation im RFC 172 [BBCH71] und nach weiteren Diskussionen zur endgültigen Spezifikation im Jahre 1973 durch RFC 542 [Neig73].

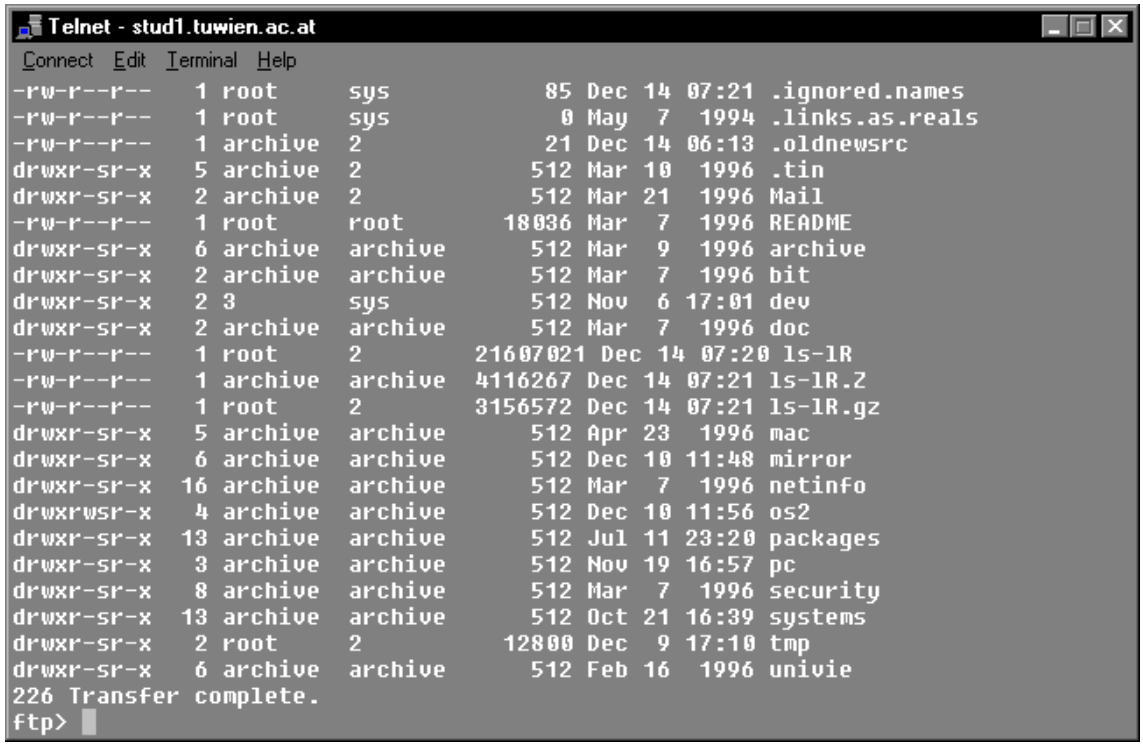
Telnet - stud1.tuwien.ac.at
Connect Edit Terminal Help
-rw-r--r-- 1 root sys 85 Dec 14 07:21 .ignored.names
-rw-r--r-- 1 root sys 0 May 7 1994 .links.as.reals
-rw-r--r-- 1 archive 2 21 Dec 14 06:13 .oldnewsrc
drwxr-sr-x 5 archive 2 512 Mar 10 1996 .tin
drwxr-sr-x 2 archive 2 512 Mar 21 1996 Mail
-rw-r--r-- 1 root root 18036 Mar 7 1996 README
drwxr-sr-x 6 archive archive 512 Mar 9 1996 archive
drwxr-sr-x 2 archive archive 512 Mar 7 1996 bit
drwxr-sr-x 2 3 sys 512 Nov 6 17:01 dev
drwxr-sr-x 2 archive archive 512 Mar 7 1996 doc
-rw-r--r-- 1 root 2 21607021 Dec 14 07:20 ls-lR
-rw-r--r-- 1 archive archive 4116267 Dec 14 07:21 ls-lR.Z
-rw-r--r-- 1 root 2 3156572 Dec 14 07:21 ls-lR.gz
drwxr-sr-x 5 archive archive 512 Apr 23 1996 mac
drwxr-sr-x 6 archive archive 512 Dec 10 11:48 mirror
drwxr-sr-x 16 archive archive 512 Mar 7 1996 netinfo
drwxrwsr-x 4 archive archive 512 Dec 10 11:56 os2
drwxr-sr-x 13 archive archive 512 Jul 11 23:20 packages
drwxr-sr-x 3 archive archive 512 Nov 19 16:57 pc
drwxr-sr-x 8 archive archive 512 Mar 7 1996 security
drwxr-sr-x 13 archive archive 512 Oct 21 16:39 systems
drwxr-sr-x 2 root 2 12800 Dec 9 17:10 tmp
drwxr-sr-x 6 archive archive 512 Feb 16 1996 univie
226 Transfer complete.
ftp>

Abb. 4.4: File Transfer Protocol Session

1971 Forts.

Es fand 1971 auch ein Wechsel (bzw. einen Erweiterung) bei der verwendeten Hardware für die IMPs statt. Der Knoten bei NASA-Ames verwendete statt des alten DDP-516 Computers eine Honeywell 316, die nur halb so teuer war und der man den Namen **Terminal IMP (TIP)** gab [Haub95].

Gegen Ende des Jahres 1971 beschloß man, eine öffentliche Präsentation des ARPANET durchzuführen. Für den geeignetsten Ort und Zeitpunkt hielt man eine internationale Konferenz über Computerkommunikation im Oktober des kommenden Jahres [Cerf93].

1972 Für diesen Zweck wurde im Washingtoner Hilton Hotel ein TIP installiert und mit dem ARPANET verbunden. Die Besucher der International Conference on Computer Communications konnten sich einloggen und Programme in den ganzen USA laufen lassen [Cerf93]. Die Präsentation des ARPANET war ein voller Erfolg und im Zuge der Konferenz wurde die **International Network Working Group (INWG)** gebildet, die den Ausbau des ARPANET auf Verbindungen außerhalb der USA koordinieren und ein gemeinsames Protokoll zum Anschluß neuer Netzwerke erarbeiten sollte [Cerf95]

1973 Es ließ nicht lange auf sich warten, bis die ersten beiden internationalen Knoten dem ARPANET hinzugefügt wurden. In der Mitte des Jahres 1973 wurden das University College of London (Großbritannien) und das Royal Radar Establishment (Norwegen) über relativ langsame Kabelverbindungen an das immer weiter expandierende ARPANET angeschlossen [Zako96]. Im Jänner des Jahres 1973 gab es bereits 35 Knoten im ARPANET, von denen 14 TIPs anstelle von IMPs verwendeten [Haub95].

4.3 Das „internet problem“ und TCP

1973 Das Problem, dem sich die INWG gegenübersah, nämlich *verschiedene* Netzwerke á

Forts. la ARPANET miteinander zu verbinden, erforderte die Entwicklung eines gänzlich neuen Protokolls. Die Knoten des ARPANET kommunizierten über NCP, während andere Netzwerke andere Protokolle verwendeten. Robert Kahn bezeichnete dies als das **„internet problem“** und arbeitete gemeinsam mit anderen Leuten vom INWG an einem Protokoll, das mehrere Netzwerke miteinander kommunizieren lassen könnte [Cerf93].

Der September des Jahres 1973 sah auch die Geburt desjenigen Protokolls, das erst die Ausweitung des ARPANET zu einem weltumspannenden Internet ermöglichte: das **Transmission Control Protocol (TCP)**. Im September wurde ein erster Entwurf des neuen Protokolls bei einem Treffen der INWG an der University of Sussex (Großbritannien) vorgestellt [Zako96].

1974 Die Personen, die federführend bei der Entwicklung des neuen netzübergreifenden Protokolls waren, Robert Kahn und Vinton Cerf, arbeiteten weiter an der Spezifikation des neuen Protokolls und im Mai 1974 wurde eine Arbeit unter dem Titel „A Protocol for Packet Network Intercommunication“ veröffentlicht [Zako96,Cerf92].

Der erste RFC zum Thema TCP wurde im Dezember des Jahres in RFC 675 mit dem Titel „Specification of Internet Transmission Control Program“ herausgegeben [CeDS74]. In diesem RFC wurde auch erstmals das Wort „Internet“ im Titel verwendet.

Die Anzahl der Host-Rechner stieg in diesem Jahr auf 62 an.

1975 Natürlich konnte es nicht lange dauern, bis eine kommerzielle Version des ARPANET entstehen würde, da im ARPANET ja nur Forschungs-,Universitäts- und Militäreinrichtungen miteinander verbunden waren. Das erste paketvermittelnde Netzwerk auf kommerzieller Basis wurde von einer der Pionierfirmen des ARPANET, Bolt, Beranek and Newman (BBN), entwickelt und erhielt den Namen Telenet [Kuli94].

Das ARPANET hatte sich vom Status eines experimentellen Netzwerks so gut weiterentwickelt und war so stabil, daß es als einsatzbereites Netzwerk der Kontrolle der **Defense Communications Agency (DCA)** übergeben werden konnte [Haub95].

Das Militär, das federführend bei der Konzeption des Aussehens des ARPANET war, hatte natürlich noch andere Interessen: so konnte das ARPANET zwar Kommandostellen miteinander verbinden, doch wie verhielt es sich mit Einheiten auf dem Feld? Wie konnte man mit ihnen kommunizieren? Wie konnte man schnellere Verbindungen zu den Einheiten in Übersee gewinnen?

1976 All diese Überlegungen der Militärs führten 1976 zur Einführung von zwei wesentlichen Netzwerken, die genau diese Anforderungen erfüllten:

Einerseits wurde das **Packet Radio Network (PRNET)** in Betrieb genommen, welches Pakete mittels CB-Funk (Kurzwellenfunk) versenden und empfangen konnte.
Pakete, die auch durch die Luft wirbeln, allerdings über viel weitere Strecken, gingen ihren Weg über das **Atlantic Packet Satellite Network (SATNET)**, wobei die Pakete mittels eines Satelliten von den USA nach Europa (bzw. auch umgekehrt) gesandt wurden [Kuli94]. Die ersten Stationen, die miteinander verbunden waren, befanden sich in West Virginia, England und Norwegen [Cerf93].

Diese zwei Netzwerke, zusammen mit dem ARPANET, sollten einen der größten Tests bestehen, die das ARPANET bis dahin gesehen hatte.

1977 Im Juli des Jahres 1977 war die Arbeit an TCP so weit fortgeschritten, daß man ein großes Experiment wagen konnte. Es sollte eine Nachricht von einem fahrenden Bus auf dem San Francisco Bay Freeway über das PRNET in das ARPANET geschickt werden. Im ARPANET reiste die Nachricht weiter bis zur Bodenstation des SATNET in West Virginia und wurde dort über einen Satelliten nach London geschickt. In London wurde die Nachricht wieder über das SATNET zurück in das ARPANET geschickt, wo es zur University of Southern California weitergeleitet wurde. Die Pakete, die von dem Bus gesendet wurden, machten so eine Reise über 94000 Meilen und drei verschiedene Netzwerke, und kein einziges Paket ging verloren [Cerf92, DEC96]. Es klingt verwunderlich, daß obwohl der Sender und der Empfänger der Pakete nur 800 Meilen voneinander entfernt waren, diese lange Reise vonnöten war, aber es war ein gewolltes Routing zur Demonstration der Fähigkeiten von TCP [Cerf93].

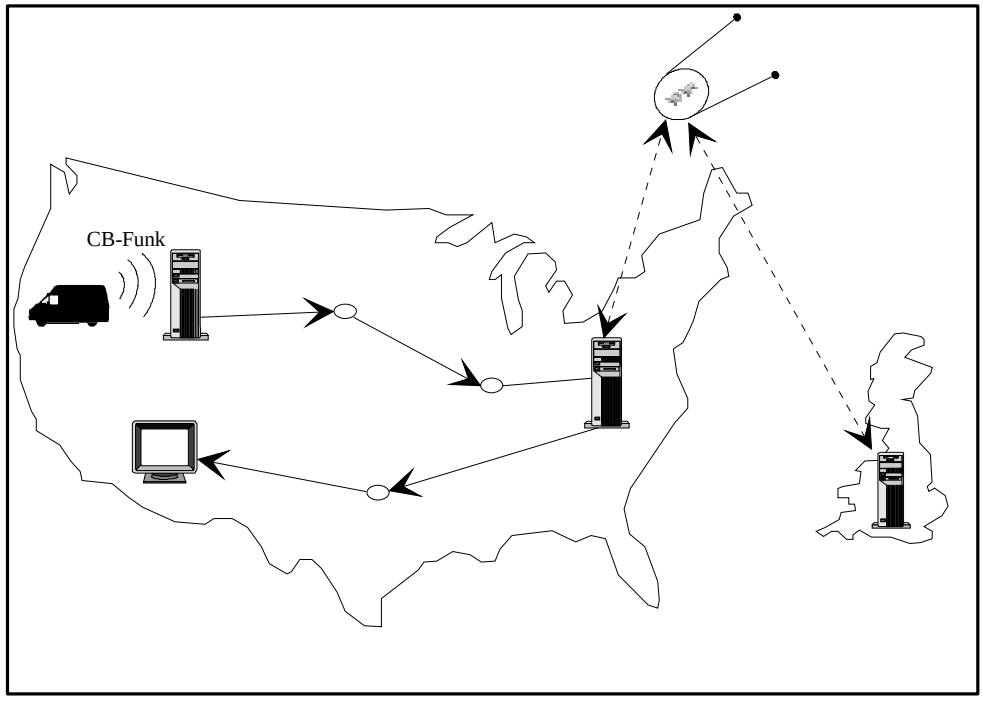

Abb. 4.5: Der 94.000 Meilen-Test

1977 Forts. Man beachte, daß zu diesem Zeitpunkt nur von TCP die Rede war, es gab noch keine Trennung von TCP und IP. Das Transmission Control Protocol war sowohl zuständig für das sichere Verschicken und Empfangen sowie für das Adressieren der Pakete. Die Ursache, die zur Trennung führte, waren Versuche zur Übertragung von Sprache über das Netzwerk. Da TCP jedes Paket nochmals verschickt, falls es verändert oder gar nicht beim Empfänger ankommt, kann es zu Verzögerungen kommen, die gerade beim Übertragen von Sprache als sehr störend empfunden wird. Die Überlegungen, dafür ein unzuverlässiges Protokoll zu verwenden, bei dem schon einmal ein oder zwei Pakete fehlen würden, führten zur Aufspaltung von TCP in das Transmission Control Protocol (TCP) und das Internet Protocol (IP). Das Internet Protocol wäre zuständig für die Adressierung der Pakete und das Transmission Control Protocol für das zuverlässige Verschicken. Für Dienste, die solche zuverlässigen Übertragungsmechanismen nicht benötigen (wie z.B. der Sprachübertragung), wurde das **User Datagram Protocol (UDP)** entwickelt [Cerf93].

Durch die in Zukunft zu erwartende Erweiterung des ARPANET auf ein ARPA Internet mußten auch die e-Mail Protokolle einer neuen Spezifikation zugeführt werden. Dies begann 1977 durch den Vorschlag im RFC 724 [CPVH77a] und führte im RFC 733 zum neuen Standard für die Textnachrichten (=e-Mails) des ARPANET [CPVH77b].

Ein anderes Protokoll, das bei der Zukunft des Internet eine große Rolle spielen sollte, wurde auch 1977 der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. In diesem Jahr nämlich wurde das ein Jahr zuvor von AT&T entwickelte Programm Unix-to-Unix-Copy (UUCP) mit UNIX zusammen vertrieben [DEC96]. UUCP ermöglichte es durch Telephonverbindungen auf entfernte UNIX-Rechner zuzugreifen und ein
1978 Jahr später konnte es auch dazu verwendet werden, Dateien über das Telephonnetz von einem UNIX-Rechner zu einem anderen UNIX-Rechner zu übertragen [Kuli94].

4.4 And the winner is: TCP/IP

1978 Forts. Fünf Jahre nach der ersten Erwähnung des „internet problem“ und der damit zusammenhängenden Entwicklung eines netzüberschreitenden Protokolls ist die TCP/IP Protokollserie so weit ausgereift, daß sie von dem Status eines experimentellen Protokolls in das eines betriebsbereiten Protokolls überführt werden konnte. In nur vier Iterationen wurde ein netzwerkübergreifendes Protokoll entwickelt, das in seiner Funktionalität bereits soweit entwickelt war, daß es auch noch heute diese Aufgaben erfüllen kann [Cerf93].

1979 Damit die Entwicklung der TCP/IP Protokollserie weiter vorangetrieben werden konnte, wurde bei der DARPA das **Internet Configuration Control Board (ICCB)** eingerichtet, um TCP/IP auf möglichst vielen Plattformen etablieren zu können und technologisch ausgereifter zu machen [Cerf93].

Das Jahr 1979 war auch die Geburtsstunde eines weiteren großen Netzwerkes, das bis zum heutigen Tage überlebt hat und sich enormen Zuspruchs erfreut: **USENET**.

Zwei Studenten der Duke University, Jim Ellis und Tom Truscott, wollten, daß auch Studenten in den Genuß eines Computer-Netzwerkes kommen können und daß sie auch Nachrichten austauschen können. Jeder Computer, auf dem UNIX lief, sollte an dem Netzwerk teilhaben können, was auch dadurch möglich war, da (wie bereits erwähnt) ab 1978 das UUCP-Programm zusammen mit UNIX ausgeliefert wurde. Steve Bellovin, ein Student der University of North Carolina (UNC) schrieb ein Shell-Script, mittels dem Nachrichten mittels UUCP ausgetauscht werden konnten. Das USENET war das erste der sogenannten Store-and-Forward-Networks, da die Nachrichten auf einem Server gespeichert wurden und anschließend weitergeleitet wurde, dort wieder gespeichert und weitergeleitet und immer so weiter, bis alle Rechner die Nachrichten in ihrem Speicher hatten. Und so wurden 1979 die ersten zwei Rechner verbunden (durch Telephonverbindungen): ein Host auf der Duke University und einer auf der University of North Carolina in

Chapel Hill [Haub95].

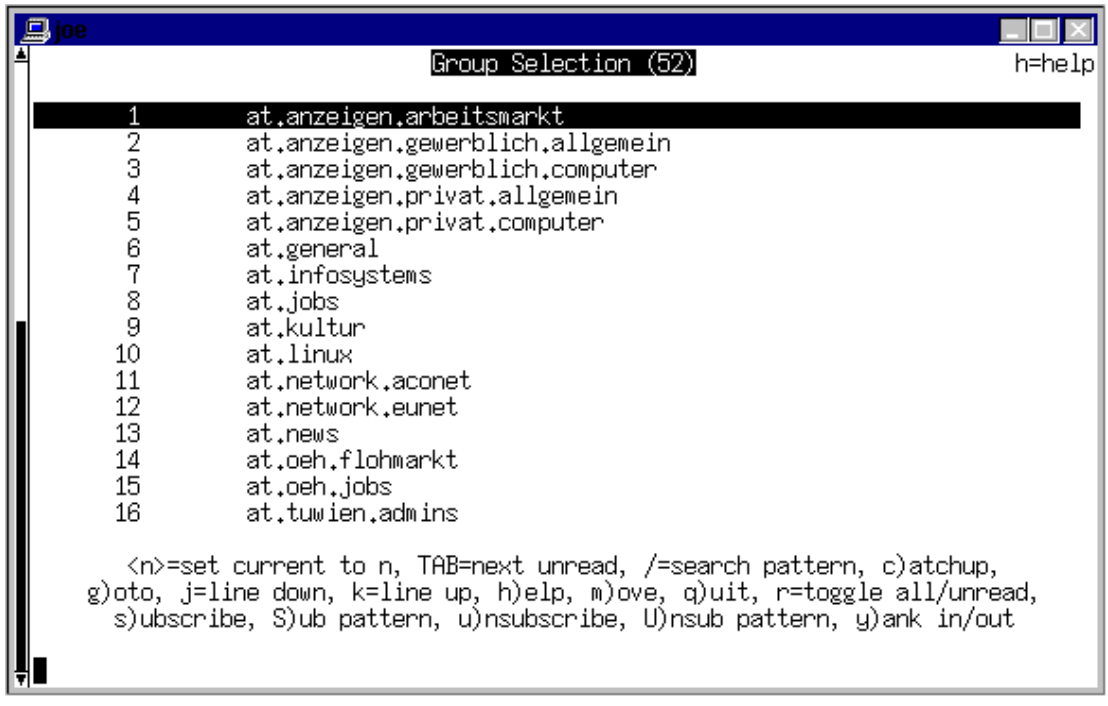

Abb. 4.6: USENET Newsgroups

1979 Forts.

Das USENET wurde so angelegt, daß es zu bestimmten Themen **Newsgroups** gab, die hierarchisch aufgebaut waren. Der höchste Eintrag in der Hierarchie war immer „net“. Dann gab es weitere Abstufungen, z.B. „net.chess“, „net.unix“, „net.unix.uucp“ [Mora94].

Die Studenten hatten somit den ersten Stein gelegt, um ein Netzwerk zur Verfügung zu haben, das mehr oder weniger allen Studenten öffentlich zur Verfügung stehen würde. Natürlich wurden auch in der wissenschaftlichen (universitären) Gemeinschaft Stimmen laut, die einen Anschluß an ein Netzwerk und einen Zusammenschluß der wissenschaftlichen Kräfte mittels dieses Netzwerks forderten. Denn bislang hatten ja nur jene Universitäten Zugriff auf das ARPANET, die in irgendeiner Art und Weise militärische Forschung betrieben (dazu gehörte natürlich auch Forschung über paketvermittelnde Netzwerke). So fand im Mai 1979 ein Treffen zwischen Vertretern der University of Wisconsin, DARPA, der National Science Foundation (NSF) und Computerwissenschaftlern anderer Institutionen statt, bei der der NSF ein Vorschlag zur Schaffung eines Netzwerks dargelegt wurde, das alle Computerabteilungen der amerikanischen Universitäten

verbinden sollte [Quart90].

1979 Forts. Ein Vorschlag ging im Dezember an die National Science Foundation, welche das Projekt sponsern sollte, und im Mai des nächsten Jahres wurde eine Planungsgruppe gegründet, die den Aufbau des Netzes koordinieren sollte [Quart90]. Da das Netzwerk die Computerabteilungen der Universitäten verbinden sollte, wurde es **CSNET** genannt, das **Computer Science Network** [Come95].

1980 Bei der Frage, welches Protokoll dieses neue Netzwerk haben sollte, kam den Entwicklern sehr gelegen, daß im Januar 1980 die TCP/IP Protokollserie bereits soweit ausgereift war, daß sie als Standard des U.S. amerikanischen Department of Defense veröffentlicht werden konnte [Post80a, Post80b]. Das bedeutete nichts anderes, als daß TCP/IP bereits so zuverlässig war, daß das Militär der USA darauf vertraute und die Übertragung von Daten in militärischen genutzten Netzen in Zukunft standardmäßig mittels TCP/IP geschehen sollte [Cerf93].

So entschieden sich die Entwickler des CSNET, TCP/IP als Übertragungsprotokoll für das zu schaffende Netzwerk zu wählen. Dies hatte außerdem den Vorteil, daß man sehr leicht eine Verbindung zum ARPANET schaffen konnte, dessen Gateways ebenfalls TCP/IP verwendeten. Zusätzlich wurde noch für diejenigen Institutionen, die keine Möglichkeit oder kein Geld hatten, um TCP/IP zu installieren, die Möglichkeit einer Telephonverbindung über das CSNET gegeben [Cerf95].

Beim Netzwerk der Studenten, dem USENET, das das wegen der Telephonverbindungen billigere UUCP und nicht TCP/IP verwendete, ging die Entwicklung (ohne die bremsende Wirkung von übergeordneten Institutionen, deren Bewilligung man einholen mußte) rasant voran. Das ursprüngliche Shellscript, mit dem die Nachrichten ausgetauscht wurden, wurde durch ein „richtiges“ Programm ersetzt, den **A News** [Quart90]. Bis zum Sommer 1980 schlossen sich weitere 6 Rechner dem USENET an (Duke Medical School, Reed College, University of Oklahoma, 2 Hosts bei den Bell Labs, University of

California at Berkeley) [Haub95]. Bis zum Jahresende gab es bereits 15 Hosts, die im USENET über UUCP kommunizierten [Quart90].

1981 Bei den Wissenschaftlern war es erst 1981 soweit, daß man Computer miteinander vernetzte und so das CSNET Realität wurde. In der nun bereits allgemein herrschenden Aufbruchsstimmung sprossen die Netzwerke nur so hervor, eines der wichtigsten davon war das **BITNET (Because It's Time Network)**. Es entstand aus dem Wunsch der Benutzer von IBM-Systemen, ebenfalls die Vorzüge eines Netzwerks genießen zu können [Come95]. Es verwendete das von IBM entwickelte Network Job Entry (NJE) Protokoll, welches von IBM kostenlos zur Verfügung gestellt wurde. Die erste Verbindung des BITNET entstand zwischen der City University of New York und der Yale University und ermöglichte den Austausch von e-Mail und Dateien.

Auch in Österreich machte man sich erste Gedanken über ein Netzwerk, das die österreichischen Universitäten verbinden sollte. Bei einem Workshop der Technischen Universität Wien im Juni 1981 wurde der Plan für ein **Akademisches Computer Netz (ACONET)** vorgelegt und Pläne für ein Testnetzwerk geschmiedet [Quar90].

Währenddessen wurden im September 1981 die vierten und endgültigen Versionen des Transmission Control Protocol, Internet Protocol und User Datagram Protocol fertiggestellt und veröffentlicht [Post81a, Post81b]. Das Department of Defense entschied, daß alle militärischen Netzwerke, seien es existierende oder zukünftige, TCP/IP verwenden mußten.

Dies bedeutete gleichsam den Abschied vom Network Control Protocol (NCP), und im November 1981 wurde der Plan veröffentlicht, alle Rechner im ARPANET auf TCP/IP umzustellen. Ab dem Jahre 1983 sollten alle Rechner im ARPANET nur mehr über TCP/IP kommunizieren können, die Umstellung darauf würde ab dem Jahre 1982 beginnen [Post81c].

1982 Im Laufe des Jahres 1982 mußten alle Systeme, die mit dem ARPANET verbunden waren, auf TCP/IP umgestellt werden. Um die Entwickler voranzutreiben, wurde im Sommer einen Tag lang die Fähigkeit des ARPANET, NCP Pakete zu übertragen, abgeschaltet und nur TCP/IP Pakete fanden ihren Weg durch das Netz. Jetzt sollte es den Systemadministratoren klar gemacht werden, daß es ernst wird. Im Herbst schließlich wurden zwei Tage lang keine NCP Pakete übertragen und diejenigen Hosts, die noch nicht umgestellt waren, wurden so schnell wie möglich auf TCP/IP eingestellt [Cerf93].

Auch in Europa wollte man nicht mehr auf ein Netzwerk größeren Ausmaßes verzichten und so wurde im April 1982 bei der Tagung der European Unix Users Group in Paris das **European UNIX Network (EUnet)** ins Leben gerufen, wobei die ersten Verbindungen zwischen den Niederlanden, Schweden, Dänemark und Großbritannien installiert wurden [Quart90]. Das EUnet verwendete die gleichen Protokolle und Programme wie das USENET, um e-Mail und news auszutauschen (= Telephonverbindungen mit UUCP), also war eine Einbindung in das amerikanische USENET nicht schwer. Da das USENET selber eine Verbindung zum ARPANET hatte, kam es so erstmals zu einem großen, transkontinentalen „Internet“, bei dem auch das wissenschaftliche CSNET dabei war, denn 1982 wurde das Gateway zwischen ARPANET und CSNET installiert [Lien96].

1982 Forts. Das e-Mail Protokoll mußte auch auf die neuen Anforderungen umgestellt werden (damit Mails zwischen verschiedenen Netzwerken kompatibel waren) und so bekommt es 1982 sein endgültiges Aussehen, welches im RFC 822 als „Standard for the Format of ARPA Internet Text Messages“ festgeschrieben wird [Croc82].

Telnet - unet.univie.ac.at
Connect Edit Terminal Help
PINE 3.91 MESSAGE TEXT Folder: INBOX Message 22 of 29 TOP
Date: Thu, 5 Dec 1996 19:36:03 -0800
From: iana@ISI.EDU
To: a9026218@unet.univie.ac.at
Cc: iana@ISI.EDU
Subject: Re: Founding date of IANA?
Helmut:
That is a bit hard to come up with. We've been doing the "IANA work"
since the begining of the ARPANET in Sep 69. We didn't come up with
the name Internet Assigned Numbers Authority or IANA to label this work
until the mid 80's though.
--jon.
From a9026218@unet.univie.ac.at Wed Nov 27 13:30:20 1996
Date: Wed, 27 Nov 1996 12:30:20 +0100
[START of message text]
? Help M Main Menu P PrevMsg - PrevPage D Delete R Reply
O OTHER CMDS V ViewAttch N NextMsg Spc NextPage U Undelete F Forward

Abb. 4.7: e-Mail Programm: PINE

4.5 Das Militär verabschiedet sich

1983 Am 1. Jänner war es soweit: NCP hatte ausgedient und wurde komplett von TCP/IP ersetzt.

Das ARPANET funktionierte bestens, und obwohl das Militär und das Verteidigungsministerium von Beginn an bei der Entwicklung teilgenommen hatten, entschied man sich, militärische Einrichtungen in einem eigenen Netzwerk zusammenzufassen. So kam es, daß 1983 ein neues Netzwerk auf der Bildfläche erschien: das MILNET. Alle militärischen Standorte wurden hierin zusammengefaßt, während die universitären Einrichtungen weiter im ARPA Internet, wie es jetzt genannt wurde, blieben [DEC96].

Ein weiterer Meilenstein zur Verbreitung und zum Siegeszug von TCP/IP war das Erscheinen der UNIX Version der University of Berkeley. Die Version 4.2 des Berkeley Software Distribution genannten UNIX hatte die Software zur Verwendung von TCP/IP bereits eingebaut, so daß alle Rechner, die dieses UNIX verwendeten, auch TCP/IP verwenden konnten [Zako96].

Um der Entwicklung des Internet weiter zu helfen und den wissenschaftlichen Mitarbeitern eine formalere Struktur zu geben, wurde das Internet Configuration Control Board (ICCB) einer Neuorganisation unterzogen und in **Internet Activities Board (IAB)** umbenannt. Dem Vorsitzende des IAB wurde der Titel „Internet Architect“ verliehen, außerdem wurde im IAB der Posten des „RFC Editor“ eingerichtet. Dieser sollte jeden RFC überprüfen und redigieren, bevor er als RFC herausgegeben wurde [Come95].

Nachdem nun Wissenschaftler (ARPANET, CSNET), Studenten (USENET), Benutzer von IBM Mainframes (BITNET), Generäle (MILNET) und Europäer (EUnet) miteinander vernetzt waren, fehlte noch eine große Gruppe: die Benutzer von MS-DOS Computern.

1983 Forts. Doch ein Mann rettete 1983 die Benutzer von Personal Computern: Tom Jennings entwarf mit dem **FidoNet** eine Möglichkeit für PC-User, Mails und Diskussionen zu Hause vor dem Computer zu verwenden. Das FidoNet benutzt ähnlich wie USENET Telephonverbindungen und ist auch ansonsten ähnlich wie das USENET und UUCP konzipiert. Eine kleine Bemerkung am Rande: obwohl Computerwissenschaftler große Fans von Akronymen sind (amerikanische Wissenschaftler im besonderen) wurden viele Netzwerke auch im Namen mit Akronymen bedacht. Nicht so beim FidoNet, obwohl man auch hier annehmen könnte, Fido sei ein Akronym und stände für etwas besonderes, aber dem ist nicht so. Des Rätsels Lösung, warum das FidoNet so heißt wie es heißt, ist ganz einfach: Fido war der Name des Hundes von Tom Jennings, also trägt dieses Netzwerk den Namen eines Haustieres [QuCa94].

1983 wurde auch der europäische Ableger des BITNET, nämlich das **European Academic Research Network (EARN)** gegründet. Es basiert auch auf dem NJE-Protokoll von IBM, und von IBM wurden auch die transatlantischen Verbindungen zwischen BITNET und EARN gesponsert. EARN verbindet Rechner in allen europäischen Staaten sowie einige Rechner im Mittleren Osten und Nordafrika [Quar90].

Das österreichische ACONET errichtete ein Testnetzwerk zwischen den Universitäten von Graz, Linz und Wien und da es erfolgreich war wurde es zügig ausgebaut und in späterer Folge mit Verbindungen zu EARN und EUnet ausgestattet [Quar90].

1984 Die weltweite Vernetzung und der weltweite Drang nach eigenen Netzwerken gehen immer weiter, und so erblickte 1984 in Asien eines der bedeutenderen Netzwerke das Licht der Welt: das **Japan Unix Network (JUNET)**. Es verwendet das UUCP Protokoll, womit eine Anbindung an das USENET und in weiterer Folge das ARPANET leicht gemacht wird. Ein weiterer Schritt auf dem Weg zum globalen Dorf [DEC96].

1984 Forts. Der Siegeszug des ARPANET (bzw. ARPA Internet, ich möchte das hier nicht unterscheiden) manifestiert sich an einer Zahl, die in diesem Jahr erreicht wird: der 1000ste Host wird angeschlossen, und das nachdem am Anfang, im Jahr 1969, nur vier und später 16 Rechner angeschlossen werden sollten [Lott92].

Bei einer bereits so großen Anzahl an Hosts ist besonders eine Entwicklung des Jahres 1984 stark hervorzuheben: die Implementation des **Domain Name Systems (DNS)** [Post84]. Bis jetzt war es so gewesen, daß jeder Host eine Tabelle führen mußte, in der die Adressen und Domainnamen *aller(!)* angeschlossenen Rechner enthalten waren. Bei jetzt schon 1000 Rechnern und der weiter steigenden Anzahl mußte einen neue Methode gefunden werden, um die Namen/Adressen zu verwalten.

Das geschah mit dem Domain Name System, bei dem eigene Server verwendet werden, um das Namen / Adressen Mapping durchzuführen [QuCa94]]. Es dauerte jedoch bis 1986, bis alle Rechner des Internet das DNS verwendeten [Lott92].

1985 **Österreich** bekommt in diesem Jahr Anschluß an zwei wichtige europäische Netzwerke und dadurch auch Zugriff auf die Netzwerke in den USA (zumindest was e-Mails und news betrifft) und alle anderen Netzwerke, die durch das ARPA Internet verbunden sind. Der erste Host an der Technischen Universität Wien am Institut für praktische Informatik wird an das EUnet angeschlossen und die Universität Linz bekommt einen Anschluß an EARN [Quar90].

Die amerikanische National Science Foundation (NSF), die schon bei der Entwicklung des CSNET als Sponsor tatkräftig mitgeholfen hatte, spielte ab 1985 eine größere Rolle bei der weiteren Entwicklung des Internet. In diesem Jahr wurde beschlossen, Zentren für Supercomputer zu bauen und diese mit einem Netzwerk zu verknüpfen [Quar90].

1985 Forts.

Die Zentren, die 1985 ausgesucht wurden, waren [Quar90]:

John von Neumann Supercomputer Center, Princeton University
San Diego Supercomputer Center, University of California at San Diego
National Center for Supercomputer Applications, University of Illinois
Theory Center, Cornell University
Pittsburgh Supercomputing Center, Carnegie-Mellon University, Univ. of Pittsburgh

Bei der Entwicklung des Netzwerkes, das diese fünf Zentren verbinden sollte, wurde darauf Wert gelegt, daß ein Anschluß an das ARPANET möglich war (da viele Computerwissenschaftler ja dieses Netz verwendeten) und daß das NSFNET weniger ein neues, eigenständiges Netzwerk als vielmehr ein „network of networks“ (ein „internet“) werden sollte und viele Arten von Netzwerken miteinander verbinden sollte [Quar90].

4.6 Der erste Backbone: das NSFNET

1986 Schließlich konnten die fünf Zentren im folgenden Jahr, 1986, durch ein Netzwerk verbunden werden, und dies mit einer Geschwindigkeit von 56 Kilobits pro Sekunde. Die NSF stellte es auch jedem regionalen oder universitären Netzwerk frei, Verbindungen zum NSFNET herzustellen, und so waren die Weichen gestellt für ein rasches Wachstum des NSFNET [Rick96].

Das Domain Name System hatte sich etabliert und verbreitet und viele Rechner verwendeten TCP/IP und hatten demnach IP Adressen und Domainnamen. Um den Austausch von e-Mail auch zu anderen Netzwerken zu ermöglichen, die kein Gateway und keine Verbindung zum Internet hatten (in der Folge wird das Netzwerk, das alle Hosts, die TCP/IP verwenden, verbindet, Internet genannt), wurde der Mail Exchanger (MX) verwendet. Dieser gab auch allen Hosts, die keine IP Adressen hatten, Domainnamen und Nummern [Part86].

Ein weiteres Protokoll, das vor allem den Freunden und Lesern der Newsgroups viel Freude bereiten würde, war das **Network News Transfer Protocol (NNTP)**. Da bereits ein großer Teil der news über Verbindungen des ARPANET bzw. Internet verbreitet wurden, wurde dieses Protokoll entwickelt, um die news auf TCP/IP Verbindungen übertragen zu können [KaLa86].

Das USENET hatte in den 7 Jahren seines Bestehens viele Freunde gewonnen und die Anzahl der Newsgroups stieg dramatisch an. Um der wachsenden Unübersichtlichkeit Herr zu werden, kam es zum „Great Renaming“. Von Juli 1986 bis März 1987 wurden 7 Top-Level-Newsgroups neu eingeführt, von denen dann in altbewährter Manier Untergruppen gebildet werden konnten.

1986 Forts. Die 7 obersten Stufen der Hierarchie waren [Hard95]:

comp	für Computerorientierte Themen
news	für Hinweise und Allgemeines zum USENET und den Newsgroups
sci	für wissenschaftliche Themen
soc	für soziale Themen
rec	für Freizeitthemen
talk	für Diskussion
misc	für Verschiedenes

Ein Beispiel für eine Untergruppe wäre zum Beispiel „rec.sports.football“. Zu diesem Zeitpunkt gab es ca. 2000 Hosts, die am USENET angeschlossen waren.

Das dramatische Wachstum der Rechner am Internet, verursacht auch durch die Einführung des NSFNET, drückt sich allein durch die Tatsache aus, das von Februar bis November 1986 sich die Zahl der Hosts mehr als verdoppelte: von 2000 im Februar zu über 5000 im November [Lott92].

1987 Da das dramatische Wachstum der Hosts weiter anhielt, überlegte man bei der NSF, die Leistung ihres Netzwerkes zu erhöhen und schließlich gab man der Firma Merit Network Inc., die mit IBM und MCI zusammenarbeitete, den Auftrag, die Leitungen des Netzes auf 1,544 Megabits pro Sekunde zu erhöhen (eine sogenannte T-1 Verbindung) [Rick96].

Das war auch höchste Zeit, den die rasende Entwicklung des Internet war nicht mehr aufzuhalten. Die Anzahl der Hosts *verfünffachte (!)* sich auf über 28000 am Ende des Jahres 1987 [Lott92].

Daß auch die Entwickler des Internet in den vergangenen 19 Jahren nicht geschlafen haben, zeigt die Tatsache, daß im August 1987 der 1000ste Request for Comment unter dem Titel „The Request for Comments Reference Guide“ veröffentlicht wird [RePo87].

1988 Die T-1 Verbindung des NSFNET wurde fertiggestellt und am Beginn des Jahres 1988 waren sieben Rechenzentren und sechs Netzwerke in den USA über das NSFNET verbunden. Die Standorte waren die fünf Superrechenzentren plus [Rick96]:

University of Michigan Computer Center, Michigan
National Center for Atmospheric Research, Colorado
BARRNet, Kalifornien
MIDNet, Nebraska
Westnet, Utah
NorthWestNet, Washington
SESQUINET, Texas
SURANET, Georgia

Doch nicht nur U.S. amerikanische Netzwerke bauten eine Verbindung zum NSFNET, sondern auch die ersten kanadischen Netze wollten dabei sein und sogar nach Europa wurden die ersten „Kabel“ bzw. Satelliten-Links gelegt. Die ersten Länder in Europa, die eine direkte Verbindung zum NSFNET hatten, waren [NSF95]:

Dänemark, Finnland, Frankreich, Island, Norwegen und Schweden

Auch das FidoNet, das Netzwerk der PC-Anwender, erhält eine Verbindung zum NSFNET und Fido-Benutzer können mit dem NSFNET e-Mail und news austauschen [Zako96].

1988 Forts.

Im USENET setzte sich zur gleichen Zeit die „Macht“ der Anwender erstmals durch. Da die Betreiber des USENET verhinderten, daß die Newsgroups „rec.drugs“ und „rec.sex“ installiert werden konnten, kreierten einige unter der Führung von Brian Reid eine neue Top-Level Newsgroup: die Gruppe „alt“ (für alternative). Die ersten Untergruppen, die geschaffen wurden, waren „alt.sex“ und „alt.drugs“ sowie aus ästhetischen Gründen „alt.rock-n-roll“. Mit der Zeit legte sich der Widerstand gegen diese neue Kategorie und seitdem erfreuen sich die „alt“-Newsgroups großer Beliebtheit [Hard95].

Die Anzahl der Hosts hatte bereits 60000 erreicht, doch 6000 von ihnen mußten am 2. November 1988 vom Netz getrennt werden. Der „Internet Worm“ hatte zugeschlagen. Ein Virus, der die Computer lahmlegte und sich über das Netz selbständig verbreitete war neuartig und löste eine Menge an Tumult aus. Das Programm benutzte einen Fehler im Finger-Befehl und eine Sicherheitslücke des Sendmail-Programmes und belastete die Computer so sehr mit Rechenzeit, daß sie keine anderen Aufgaben mehr bearbeiten konnten oder sich gleich ganz abschalteten. Der Student, der den „Wurm“ geschrieben hatte, sah wohl den „Erfolg“ seines Programmes nicht voraus, denn er verschickte e-Mails über das Netzwerk, in denen er allen mitteilte, wie man den Virus deaktivieren konnte, aber das Netz war schon zusammengebrochen und die Erklärung zur Deaktivierung des Wurmes konnte nicht mehr verschickt werden [GoHe95].

Der Vorfall rüttelte jedenfalls die Sicherheitsexperten auf und Methoden wurden entwickelt, damit ein solcher Vorfall sich nicht wiederholen konnte, was auch nicht passiert ist (zumindest nicht in diesem Ausmaß) [DEC96].

1988 Forts

Doch nicht nur unangenehme Entwicklungen passierten 1988, es wurde auch eine Anwendung geboren, die es den Anwendern ermöglicht, Gespräche untereinander in Echtzeit zu führen. Beim in Finnland entwickelten **Internet Relay Chat (IRC)** können viele Menschen gleichzeitig auf sogenannten „Channels“ ihre Kommentare, Anfragen, etc... eintippen, wobei die Eingaben auf allen Bildschirmen derjenigen erscheinen, die ebenfalls diesen Channel gewählt haben. Jeder IRC-Server ist zu diesem Zweck mit nahegelegenen IRC-Servern verbunden, wodurch sich ein Wolke von IRC-Servern ergibt, die alle miteinander verbunden sind. Jeder Anwender kann einen bestimmten Channel wählen und mit den dort Anwesenden diskutieren, man kann auch neue Channels bilden und so private Diskussionen führen [HaSt94].

1989

Was dem Internet noch fehlte, war eine Verbindung zu den kommerziellen Anbietern von e-Mail und anderen Diensten. 1989 wurden erstmals zwei solcher Relays installiert, und zwar gab es eine Verbindung zu MCIMail über die Corporation for the National Research Initiative (CNRI) und zu Compuserve über die Ohio State University. Somit konnten Benutzer dieser beiden Dienste Mails an Benutzer im Internet schreiben und umgekehrt [Zako96].

Zwei andere Netzwerke, die bereits erwähnt wurden, schlossen sich 1989 unter einer gemeinsamen administrativen Führung zusammen: das BITNET und das CSNET verschmolzen zur **Corporation for Research and Education Networking (CREN)**. Das BITNET hatte bislang meistens computerwissenschaftliche Abteilungen verbunden, während das CSNET Comupterzentren miteinander vernetzt hatte [Quar90].

1989 Forts.

1989 wurden auch zwei Organisationen gegründet, die den technologischen Fortschritt von TCP/IP und dem Internet vorantreiben sollten. Innerhalb des Internet Activities Board wurden die **Internet Engineering Task Force (IETF)** und die **Internet Research Task Force (IRTF)** ins Leben gerufen. Die Aufgaben der IETF sind es, die Spezifikationen von TCP/IP zu erweitern und neue Netzwerkapplikationen zu schaffen. Zu diesem Zweck ist die IETF in mehrere Working Groups (WG) aufgeteilt, von denen jede einen bestimmten Teilbereich der Entwicklung übernimmt. Die Vorsitzenden dieser Working Groups bilden gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern innerhalb der IETF die **Internet Engineering Steering Group (IESG)** [QuCa94]].

Bei der IRTF verhält es sich ähnlich: auch hier werden verschiedenen Teilbereiche unterschieden, die IRTF widmet sich jedoch nicht tatsächlichen Protokollen oder Anwendungen, sondern sie bildet sozusagen das wissenschaftliche Gerüst, in der zukünftige Entwicklungen und Vorschläge für neuartige Techniken entwickelt werden sollen. Analog zur IETF bilden die Vorsitzenden der IRTF auch eine **Internet Research Steering Group (IRSG)** [QuCa94]].

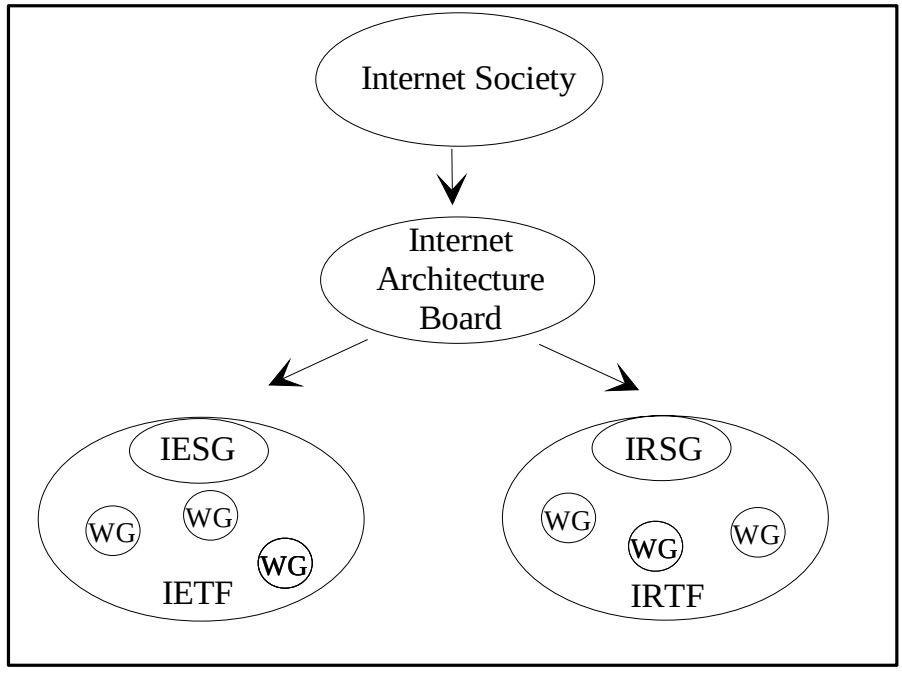

Abb. 4.8: Internet Society

1989 Forts.

Die Wachstumsrate der am Internet angeschlossenen Rechner beträgt unterdessen 100 % pro Jahr (!), und 1989 wird der 100.000ste Host angeschlossen. Von Oktober 1988 bis Oktober 1989 verdoppelt sich die Anzahl der Hosts von 80.000 auf 160.000, und diese Entwicklung sollte sich auch in den folgenden Jahren wiederholen [Lott92]. Eine weitere Zahl veranschaulicht das rasante Wachstum: seit dem Beschluß der NSF im Jahre 1985, ihr Netzwerk aufzubauen, hatte sich die Zahl der Rechner *verachtzigfacht (!)*, von 2000 auf 160.000 ! [Lott92]

Aus diesem Grund wurde von der NSF beschlossen, die Leistung des NSFNET nochmals zu erhöhen und die bestehenden T-1 Leitungen durch T-3 Leitungen mit einer Kapazität von 45 Megabits pro Sekunde zu ersetzen [Rick96].

Und auch die internationale Ausbreitung war nicht aufzuhalten, die ersten Verbindungen nach Ozeanien, Mittelamerika, Asien und dem Nahen Osten wurden installiert. Folgende Länder bekamen 1989 einen Anschluß an das NSFNET [NSF95]:

Australien, Neuseeland, Mexiko, Puerto Rico, Japan, Israel, Deutschland, Großbritannien und die Niederlande

Das Jahr 1989 war auch die Geburtsstunde der erfolgreichsten Internet-Anwendung: das World Wide Web. Näheres zur Entwicklung des WWW siehe Kapitel 5.

4.7 Goodbye ARPANET, Welcome Internet

1990 Das Jahr 1990 sieht die Auflösung des ersten großen paketvermittelnden Netzwerkes, den Vater und Großvater des Internet: das ARPANET wird aufgelöst, da alle seine Funktionen vom NSFNET übernommen worden waren. Man benötigte es als eigenes Netzwerk nicht mehr [DEC96].

Die Zahl der Server vervielfachte sich weiterhin und bald mußten erste Möglichkeiten zum „Information Retrieval“ geschaffen werden. Eines der ersten Projekte auf diesem Gebiet war „archie“, das an der McGill University in Montreal von Studenten entwickelt wurde. Mit der steigenden Anzahl an Servern stieg auch die Zahl jener Computer, die Programme mittels des File Transfer Protocols zur Verfügung stellten. Die Menge der Programme stieg unaufhörlich genauso wie die Menge der FTP-Server. Über kurz oder lang konnte man den Überblick nicht mehr bewahren, und so kam archie genau zur richtigen Zeit.

„Archie“ steht in Anlehnung an „archive“ und genau das, nämlich ein Archiv, ist es auch. Jeder archie-Server besucht regelmäßig alle FTP-Server in einer bestimmten Region des Internet (z.B. der archie-Server der Universität Wien alle FTP-Server in Österreich, Tschechien, Ungarn, Slowenien, etc...) und erhält eine Liste aller Dateien, die auf dem FTP-Server enthalten sind. Diese Liste wird an jeden anderen archie-Server weitergegeben und so hat jeder archie-Server immer eine aktuelle Liste aller Programme, die mittels anonymem FTP geladen werden können. Wenn sich ein Anwender nun auf einem archie-Server einloggt, kann er durch einfache Befehle seine gesuchte Datei finden, egal auch welchem Server sie sich auch befinden mag [HaSt94].

Die Nachfrage nach Leitungen zum Anschluß an das Internet wuchs an und so gründeten die Betreiber des NSFNET, Merit Inc., IBM und MCI eine Tochterfirma namens Advanced Networks and Services (ANS). Diese wurde mit dem Aufbau der T-3 Leitungen und Router des NSFNET betraut und sollte außerdem auch andere

Backbones aufbauen [Rick96].

1990 Forts. Die Zahl der am Internet angeschlossenen Hosts verdoppelte sich wieder innerhalb eines Jahres und im Oktober 1990 waren bereits 313.000 Rechner angeschlossen [Lott92].

Die internationale Ausbreitung dehnte sich auf Südamerika aus, und 1990 bekamen folgende Länder einen Anschluß an das NSFNET [NSF95]:

Argentinien, Brasilien, Chile, Indien, Südkorea, Belgien, Griechenland, Irland, Spanien, Schweiz und **Österreich**

1991 Nachdem die NSF Restriktionen erläßt, die die Übertragung von Paketen mit kommerziellem Inhalt verbietet, gründen die Betreiber von mehreren kommerziellen Netzwerken einen eigenen Backbone-Service für die vielen Firmen, die über das Internet ihre Geschäfte abwickeln wollen. Die Gründerfirmen sind General Atomics (Betreiber des CERFNet), Performance Systems International (PSINet) und UUNET Technologies (AlterNet), und die von ihnen geschaffene Firma wird **Commercial Internet Exchange (CIX)** genannt. Diese soll Netzwerkkapazitäten für alle Firmen und deren Netzwerke bereitstellen, die mit TCP/IP oder OSI arbeiten [DEC96].

4.8 Richtige Benutzeroberflächen: Gopher und WAIS

1991 Forts.

Das Jahr 1991 ist auch die Geburtsstunde von zwei sehr wichtigen Anwendungen des Internet, die eine bis dahin nie dagewesene Möglichkeit des Information Retrieval boten: **Gopher** und **WAIS**.

Gopher (deutsch: Wühlmaus) wurde an der University of Minnesota entwickelt und der Name dieser Anwendung beschreibt auch schon ungefähr das Aufgabengebiet. Man kann sich durch Informationsmengen wühlen, und das mittels eines menügesteuerten Systems, das alles bisher auf dem Internet dagewesene in den Schatten stellt. Bisher war der Anwender immer mit zeilenorientierten, Unix-ähnlichen Programmen konfrontiert gewesen, die relativ unhandlich und kompliziert zu bedienen waren.

Bei Gopher tritt nun erstmals ein User Interface auf, das diesen Namen auch verdient hatte. Gopher baut auf einem hierarchischen Menüsystem auf, durch das man mittels Cursorbewegungen navigieren kann, man kann von einem Menü in ein Untermenü durch einen Tastendruck springen und wieder retour. Textdateien werden ebenfalls durch einen Tastendruck angezeigt und können einfach auf dem eigenen Rechner abgespeichert werden.

Bei Gopher tritt auch erstmals eine Erleichterung der Vernetzung von Dokumenten auf: ein Gopher-Server kann in einem Listeneintrag des Menüs auf ein Dokument verweisen, das auf einem anderen Gopher-Server gespeichert ist. Wird dieser Listeneintrag ausgewählt, wird automatisch eine Verbindung zum anderen Server aufgebaut und das Dokument angezeigt. Auch auf archie-Server kann zugegriffen werden und die Dateiabfrage gestaltet sich dann viel komfortabler als beim zeilenorientierten archie-Client. Durch diese Vernetzung entstand auch der Ausdruck „Gopherspace“ für alle Gopher-Server.

All das konnte man machen, ohne irgendein Kommando eintippen zu müssen, der Rest wurde automatisch im Hintergrund erledigt [Gils94].

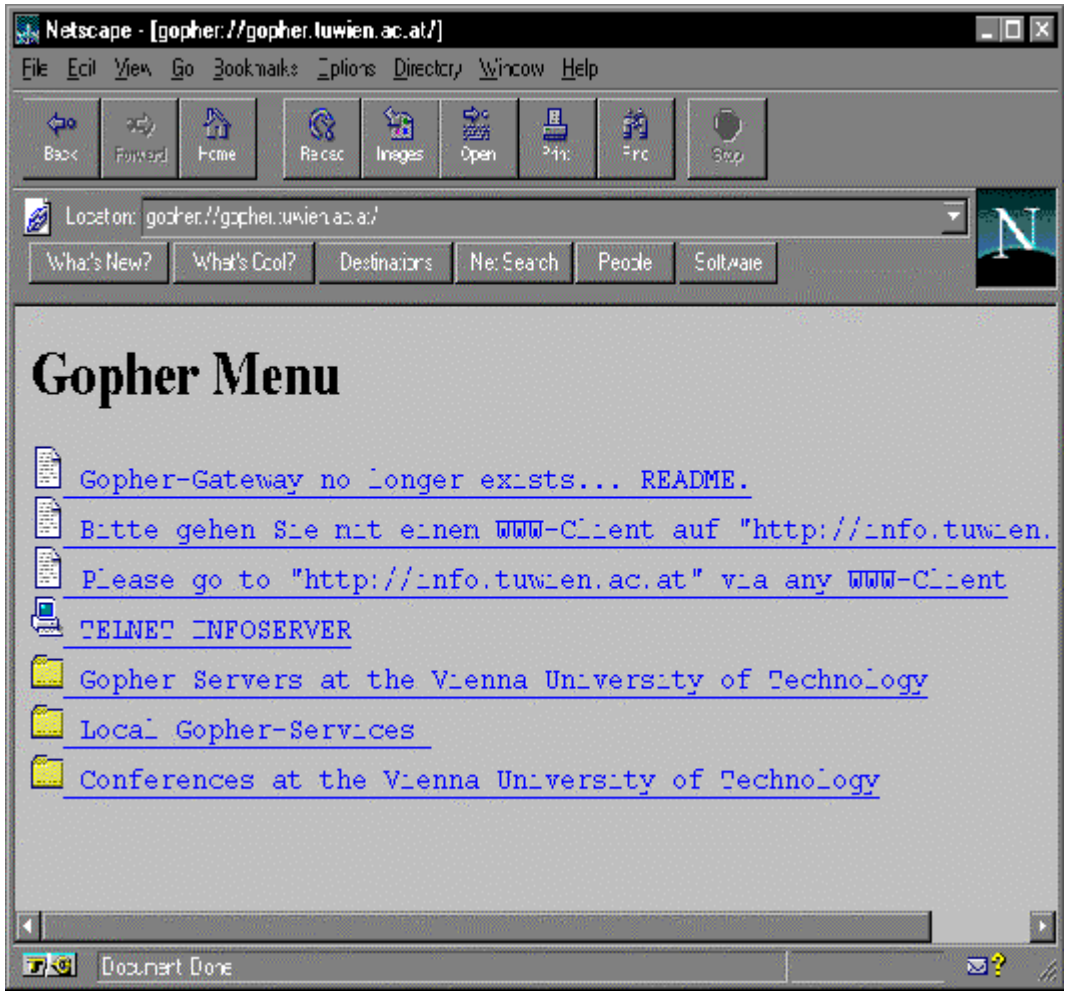
Netscape - [gopher://gopher.tuwien.ac.at/]
File Edit View Go Bookmarks Options Directory Window Help
Back Forward Home Reload Images Open Print Find Stop
Location: gopher://gopher.tuwien.ac.at/
What's New? What's Cool? Destinations Net Search People Software
Gopher Menu
Gopher-Gateway no longer exists... README.
Bitte gehen Sie mit einem WWW-Client auf "http://info.tuwien.
Please go to "http://info.tuwien.ac.at" via any WWW-Client
TELNET INFOSERVER
Gopher Servers at the Vienna University of Technology
Local Gopher-Services
Conferences at the Vienna University of Technology
Document Done

Abb. 4.9: Gopher Menüs

1991 Forts. WAIS, das **Wide Area Information System**, wurde von den Firmen Thinking Machines, Apple und Dow Jones entwickelt und stellt einen Service zur Verfügung, der bis dato ebenfalls noch nicht auf dem Internet existiert hatte: ein Volltext-Suchsystem. Das bedeutet, man kann nach Wörtern in einem Text (oder in mehreren Texten) suchen und bekommt als Ergebnis alle Texte präsentiert, die diese Wörter beinhalten.

1991 Forts. Das stellt natürlich eine große Verbesserung zu allem dar, was bisher möglich war. Das einzige Suchsystem war ja bislang archie, und mit diesem konnte man nur nach Dateien suchen. Bei WAIS kann man sich aus einer Liste von Dateiverzeichnissen eine oder mehrere Datenbanken aussuchen und in diesen gezielt nach dem Vorkommen von bestimmten Wörtern suchen. Dies geschieht, wie bei Gopher, über ein menügestütztes System, das die Anwendung ebenfalls erleichtert.

Der Nachteil von WAIS liegt aber klar auf der Hand: solange es nicht genug Server gibt, die Informationen in Gestalt von Dateiverzeichnissen zur Verfügung stellen, bleibt die Auswahl und somit auch die Anzahl der gefundenen Treffer gering. WAIS konnte sich, obwohl es auch von Gopher aus bedienbar war, nie so richtig durchsetzen und Thinking Machines stellte die Forschung am Projekt ein. Die Weiterentwicklung wurde vom Clearinghouse for Networked Information Discovery and Retrieval (CNIDR) übernommen und weitergeführt [HaSt94].

ANS, die Organisation, die die Verwaltung des NSFNET übernommen hatte, vollendete den Ausbau des NSFNET-Backbone auf T-3 Leitungen im November 1991 und verband damit 617.000 Hosts und 3500 verschiedene Netzwerke [Rick96].

Die Internationalisierung ging ebenfalls weiter und die ersten Hosts in Osteuropa und Afrika wurden an das NSFNET angeschlossen [NSF95]:

Kroatien, Tschechien, Ungarn, Polen, Südafrika, Tunesien, Hong Kong, Singapur, Taiwan

1992 Im Jänner 1992 wird die **Internet Society (ISOC)** aus der Taufe gehoben. Sie wurde mit dem Ziel gegründet, die Entwicklung des Internet zu einer globalen Forschungs- und Informationsinfrastruktur voranzutreiben. Die Internet Society fungiert dabei nicht als Betreiber des Netzes, sondern sie hilft allen Organisationen, die in den Betrieb, die Nutzung und die Entwicklung des Internet verwickelt sind. Außerdem bietet sie Informationen an, mit deren Hilfe sich Interessierte über das

Internet, dessen Funktion, Nutzung und Anwendung informieren können [Gils94].

1992 Forts. Bei der ersten der von nun an jährlich stattfindenden Konferenzen der ISOC in Kobe (Japan) wird das Internet Activities Board in **Internet Architecture Board** umbenannt (die Abkürzung bleibt IAB) und in die Internet Society eingebracht. Auch die IETF und die IRTF wurden von nun an als Unterorganisationen der ISOC weitergeführt [Kuli94].

Eine neue Technik der Übertragung wurde erstmals im Juli 1992 bei der Tagung der IETF in Boston vorgeführt: mittels **Multicasting** wurde die Besprechung in 10 andere Länder *live (!)* übertragen. Und zwar konnten 95 Rechner das Treffen via Audio und 75 Rechner via Video verfolgen. Beim Multicasting ist nicht ein einzelner Rechner der Empfänger (unicast), so wie es bei allen anderen Anwendungen des Internet der Fall ist, sondern viele Rechner empfangen die Daten des Senders (eben multicast). Dazu muß man sich eigens anmelden, um so in die Liste des **Multicast Backbone (MBONE)** aufgenommen zu werden und in den Genuß der Audio- und Video-Übertragung zu kommen [Gils94].

Gopher erfreute sich großer Beliebtheit und durch den Anstieg der Gopher-Server wurde der Gopherspace immer undurchschaubarer. Ein Suchwerkzeug mußte her, und so entstand auf der University of Nevada das Programm **Veronica (**„Very Easy Rodent-Oriented Netwide Index to Computerized Archives“). Es erlaubt die Suche nach Schlüsselwörtern, die einen Menüeintrag auf einem Gopher-Server darstellen und durchsucht den gesamten Gopherspace [HaSt94].

Ein Erweiterung erfahren auch e-Mails: durch die **Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)** wird es möglich, nicht nur Text, sondern auch Graphiken, Ton, etc... mittels Mail zu übertragen. Sofern ein e-Mail Programm MIME-tauglich ist, kann es verschiedene Formate (8-Bit ASCII-Text, GIF-Bilder, ...) als Attachments an die Mail anhängen und absenden, worauf der Empfänger ebenfalls ein MIME-fähiges Mail-Programm benötigt, um die Attachments wieder in ihrem

ursprünglichen Format darstellen zu können [BoFr92].

1992 Forts. Die dramatische Entwicklung bei der Anzahl der Hosts wird fortgesetzt und der 1 Millionste Host an das Internet angeschlossen. Außerdem bekommen noch folgende Länder einen Anschluß an das NSFNET [NSF95]:

Estland, Lettland, Kamerun, Kuwait, Malaysia, Thailand, Ecuador, Venezuela, Luxemburg, Slowakei, Slowenien und Zypern

1993 Die National Science Foundation überlegte eine Änderung der Backbone-Struktur des NSFNET und kam zu dem Schluß, daß sie sich völlig zurückziehen werde. Statt des Backbones sollten mehrere Network Access Points (NAP) geschaffen werden, an die sich regionale Netzwerke anschließen konnten und die untereinander durch Hochgeschwindigkeitsleitungen verbunden waren. Keinerlei kommerzielle Restriktionen würden dabei vorhanden sein, was für kommerzielle Anbieter natürlich ein großer Anreiz war, diese NAPs zu errichten [Rick96].

Es war auch bereits ein großer Aufwand mit der Organisation eines solchen Backbones verbunden, denn die Wachstumsrate des Internet blieb konstant bei ca. 100 % pro Jahr, wodurch schon mehr als 2 Millionen Hosts und über 16.000 verschiedene Netzwerke untereinander vernetzt waren [NSF95].

Durch den enormen Anstieg entstand auch ein großes Problem: der Adressierungsraum für Hosts wurde knapp. Vor allem die Klasse B-Adressen waren am Versiegen, deshalb kam es im Dezember 1993 zum Vorschlag eines neuen Adressierungsschemas. Durch das **Internet Protocol: Next Generation (IPNg)** wird der Adreßraum vervierfacht (von 32 Bit auf 128 Bit bzw. auf 340 Sixitillionen mögliche Adressen), wodurch (theoretisch) für jeden Erdenbürger mehrere Tausend IP-Adressen zur Verfügung stehen würden. Das sollte für die nächste Zeit reichen, obwohl das rasante Wachstum Schlimmes erahnen läßt [BrMa93].

1993 Um den Informationsdurst der Internet-Anwender zu stillen, wird von der NSF das

Forts. **Internet Network Information Center (InterNIC)** gegründet, welches eigentlich aus drei Organisationen besteht. Zum einen gibt es die Information-Services, die eine Vielzahl von Dokumenten, z.B. alle RFCs, Materialien der ISOC und IETF und andere Dokumente zur Verfügung stellt und von General Atomics betrieben wird. Der zweite Dienst sind die sogenannten Directory-Services, welche Listen von Hilfsquellen, z.B. FTP-Adressen, Listen von Servern, Kataloge von Bibliotheken und Datenarchiven bereitstellt. Die Aufgaben des Directory-Services des InterNIC werden von AT&T wahrgenommen. Schlußendlich werden durch die Registry-Services die Domain-Namen und IP-Adressen des Internet zugewiesen. Diese Aufgabe wird von Network Solutions Inc. ausgeführt [Gils94].

Im Jahre 1993 nimmt der erste Radiosender des Internet den Betrieb auf: Internet Talk Radio ist das erste Radioprogramm, das nur über das Internet empfangen werden kann. Das Internet Radio verwendet dazu den bereits erwähnten Multicasting Backbone (MBONE), bei dem man sich als Benutzer registrieren lassen muß [Kuli94].

Auch zwei weitere kommerzielle Netzwerke bieten in diesem Jahr Zugriff auf das Internet: America Online und Delphi [Kuli94] und folgende Länder bekommen einen Anschluß an das NSFNET [NSF95]:

Bulgarien, Liechtenstein, Rumänien, Rußland, Türkei, Ukraine, Kasachstan, Fidschi-Inseln, Costa Rica, Peru, Virgin Islands, Ägypten, Ghana, Kenia, Guam, Indonesien, Vereinigte Arabische Emirate

4.9 Der 25. Geburtstag

1994 Die Internet Gemeinschaft feiert den 25. Geburtstag des Internet. Na ja, eigentlich nicht den des Internets, sondern den der paketvermittelnden Netzwerke und des ARPANET als erfolgreichstem und ersten unter ihnen. Da der erste IMP am 1. September 1969 an der UCLA installiert worden war gilt dieser Tag auch als der „offizielle“ Geburtstag des Internet.

Im Februar kündigt die NSF an, daß drei Network Access Points gebaut werden sollten. Der erste wurde in San Francisco von Pacific Bell, der zweite in Chicago von Bellcore und der dritte in New York von SprintLink errichtet. Diese drei NAPs waren durch Hochgeschwindigkeitsleitungen verbunden und lösten das NSFNET als „der“ Backbone des Internet ab [Rick96].

Das Wachstum beträgt weiterhin 100 % pro Jahr, also gibt es eine weitere Verdopplung der Hosts auf 4 Millionen und der Netzwerke auf über 37.000. Folgende Länder schließen sich an das (noch existierende) NSFNET an [NSF95]:

Algerien, Armenien, Bermudas, Burkina Faso, China, Kolumbien, Jamaica, Libanon, Litauen, Macao, Marokko, Neukaledonien, Nicaragua, Niger, Panama, Philippinen, Senegal, Sri Lanka, Swasiland, Uruguay, Usbekistan

1995 Im Jahre 1995 ist es soweit: die National Science Foundation beendet ihre Rolle als „der“ Backbone und das NSFNET konzentriert sich wieder darauf, Forschern und Wissenschaftlern einen Netzwerkanschluß zur Verfügung zu stellen [DEC96]. Außerdem wird durch den Rückzieher der NSF ab September ein jährlicher Betrag von 50 US-$ fällig, um seinen Domain-Namen registrieren zu lassen. Die NSF hatte bisher diesen Betrag übernommen und zahlt ihn nur mehr für die educational Domains (.edu).

1995 Forts.

Die kommerziellen Online-Dienste wie Compuserve, America Online und Prodigy, die bisher nur e-Mails und news mit dem Internet austauschen konnten, bekommen „richtige“ Gateways und die Benutzer dieser Dienste können nun alle Anwendungen des Internet (WWW, Gopher, FTP, etc...) benutzen [Zako96].

Das Wachstum kennt nach wie vor keine Grenzen und die Zahl der Hosts verdoppelt sich wieder innerhalb eines Jahres auf 8 Millionen Hosts und die Zahl der Netzwerke erweitert sich auf über 90.000 [Zako96].

4.10 Das Internet Heute

Im Jahre 1996 konzentriert sich die Entwicklung des Internet vor allem auf die Beschleunigung des Datentransfers. Da immer mehr Rechner an das Netz angeschlossen werden und die zu übertragende Datenmenge auch immer größer wird (vor allem durch den Erfolg des World Wide Web und der damit anfallenden größeren Datenmengen durch Graphiken, Audio, Video, Applets, etc...) werden neue Wege gesucht, um einerseits den Backbone selbst und andererseits die Verbindung zum Anwender zu beschleunigen.

Die Backbone-Struktur des Internet wird von den (bereits relativ langsamen) T-3 Leitungen, die eine Kapazität von 45 Mbps aufweisen, auf neue Verfahren wie Asynchronous Transfer Mode (ATM) umgestellt. Dazu werden die Kupferkabel, die den Datentransfer bisher erledigten, gegen optische Glasfaserkabel ausgetauscht. Die Geschwindigkeiten, die damit erreicht werden können, variieren zwischen 51 Mbps und 10.000 Mbps (=10 Gbps) [Arno94].

Auf der Anwenderseite werden immer schnellere Modems entwickelt. Über normale Modems können Geschwindigkeiten von 33,6 Kbps erreicht werden, außerdem werden digitale Telephondienste wie ISDN (128 Kbps) in immer größerem Ausmaß verfügbar. Eine neue Entwicklung, um Daten digital über das (analoge) Telephonnetz übertragen zu können, ist Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL). Damit können Daten mit bis zu 6 Mbps über das normale Telephonnetz übertragen werden. Allerdings sind die Modems für ADSL mit über 1000 US-Dollar noch relativ teuer. Auch die Kabelfernsehgesellschaften haben die Qualitäten des Internet erkannt und bieten Modems an, mit denen man über das Kabelnetz im Internet arbeiten kann (Geschwindigkeiten bis 10 Mbps) [Bant96].

Zur gegenwärtigen Anzahl der Hosts: bei der letzten Zählung im Juli 1996 wurden 12,8 Millionen an das Internet angeschlossene Rechner gezählt [NW96].

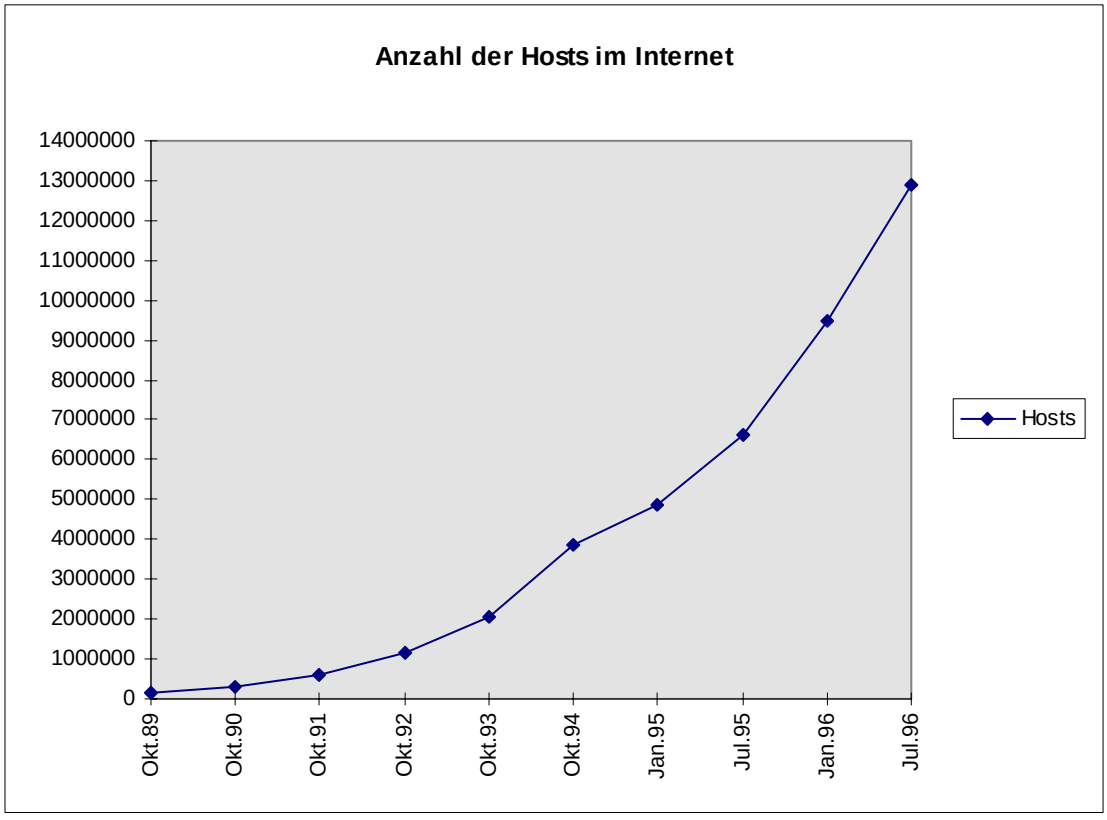

Abb 4.10: Anzahl der Hosts im Internet

Aus Abb 4.10 kann man ersehen, daß sich das Wachstum des Internet im Jahr 1996 keineswegs eingebremst hat, auch deshalb sind die Erweiterungen der Backbone-Struktur wie oben beschrieben extrem wichtig.

Die Entdeckung des Internet durch kommerzielle Firmen findet auch seinen Niederschlag: die meisten Rechner sind 1996 an einen Rechner der .com Domain angeschlossen (3,3 Millionen), das entspricht 25,8 Prozent oder einem Viertel aller Rechner [NW96].

Die lange Zeit führende .edu Domain, die Brutstätte des Internet, liegt auf dem zweiten Platz mit 2,1 Millionen Rechnern (16,4 %). Die größte geographische Top-Level-Domain ist Großbritannien mit 579.000 Rechnern (4,5 %) vor Deutschland mit 548.000 Rechnern (4,3 %). Österreich liegt mit 71.000 Hosts (0,55 %) global gesehen an 23. Stelle, europaweit sind wir Elfter.

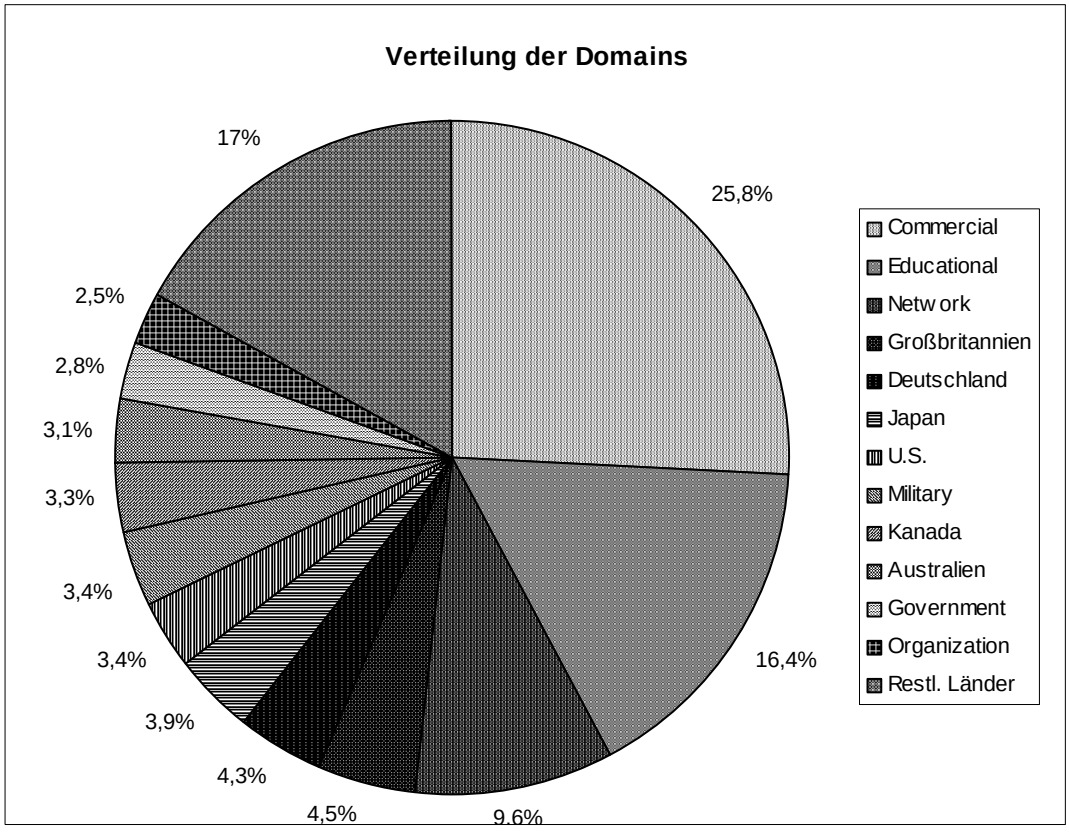

Abb. 4.11: Verteilung der Domains im Internet

5. Das World Wide Web

Die weltweite Verbreitung des Internet und die immer weiter steigende Anzahl angeschlossener Computer forcierte die Entwicklung neuer Methoden des Information Retrieval und führte das Internet weg von den elitären Wissenschaftler- und Studentenkreisen hin zu einem Medium für den Durchschnittshaushalt.

Ausgehend von einem Forschungsprojekt, das die Aktivitäten von Physikwissenschaftlern koordinieren und archivieren sollte, bekam das World Wide Web (WWW) eine Eigendynamik, die dem Internet an sich nicht unbekannt ist. Je mehr Menschen die Vorteile des Internet und des World Wide Web zu schätzen lernen, umso mehr Menschen daran teilnehmen und eigene Seiten anbieten, desto größer wird der Anreiz an die noch nicht angeschlossenen Teilnehmer, sich eben diesen Anschluß zu besorgen.

Das World Wide Web gibt dem Internet den letzten „Kick“, erst durch das WWW werden die Träume der Informationssuchenden wahr: Bilder, Töne, Videos und nicht zuletzt die Vernetzung durch Hyperlinks machen die Bedienung des einst so schwerfälligen, UNIX-orientierten Internet zu einem anwenderfreundlichen, interaktiven und leicht zu benutzenden Medium.

Durch das World Wide Web transformieren sich die Anwender von reinen Nutzern (und Lesern) des Angebots zu **Produzenten** von eigenen Informationen. So wie es schick geworden ist, auf der Visitenkarte die e-Mail Adresse anzugeben, wird es gleichermaßen schick werden, die Adresse der eigenen Homepage auf die Visitenkarte drucken zu lassen.

5.1 Der Projektvorschlag

Die Organisation, in der das World Wide Web entwickelt wurde, war das Europäische Zentrum für Teilchenphysik (CERN, Centre European pour la Recherche Nucleaire). Ein Angestellter des CERN hatte erkannt, daß es eine Möglichkeit geben müßte, die Daten, die von den vielen Experimenten, die am CERN durchgeführt wurden, konsistent zu speichern.

Da ein Experiment unter Umständen auf einem anderen Experiment aufbaut, wäre es wünschenswert, bei der Dokumentation des zweiten Versuchs auf die Beschreibung des ersten Versuchs hinweisen zu können. Um die Informationen, die im Laufe der Jahre durch die Experimente und Versuche gewonnen wurden, aufzuzeichnen, bediente man sich des Computers. Ein Ingenieur des CERN, Tim Berners-Lee, hatte erkannt, daß es möglich gemacht werden müßte, diese Informationen untereinander zu vernetzen. Es gab bereits mehrere Programme auf dem Markt, die eine Vernetzung von Texten mittels Hyperlinks ermöglichten, und Berners-Lee wollte diese Ideen verwenden, um die Arbeit der Hochenergiephysiker zu erleichtern [Bern89].

Im März **1989** verfaßte er ein Dokument unter dem Titel „Information Management: A Proposal“, mit dem er das CERN Management überzeugen wollte, ein Informationssystem aufzubauen, daß den Informationsfluß aller Hochenergiephysiker auf der Welt durch Hyperlinks vernetzen sollte.

Das Grundgerüst bestand aus mehreren Elementen, aus denen sich das neue System zusammensetzen sollte [Bern89]:

- **remote access:** jeder sollte mit dem System arbeiten können, unabhängig davon, von wo aus er auf ein Dokument zugreifen würde
- **Heterogenität:** der Zugriff auf die Daten muß von verschiedenen Systemen aus erfolgen können (Mac, Unix, VAX, etc...)
- **Dezentralisation:** das neue System muß bestehende Systeme ohne zentrale Koordinationsstelle einbinden und verbinden können
- **private Links:** jeder sollte eigene Links zu Dokumenten hinzufügen und Anmerkungen zu Links und Knoten machen können
- **Darstellung:** kurzfristig ist die Darstellung von ASCII-Texten ausreichend. Es sollte jedoch die Möglichkeit geben, später das System auf Graphikdarstellung auszubauen

Das System sollte allen Forschungseinrichtungen zur Verfügung gestellt werden, die auf dem Gebiet der Hochenergiephysik arbeiteten und so ein „Web“ an Dokumenten generieren, das die Forschungsarbeit erleichtern würde.

Obwohl das System nicht als das konzipiert wurde, was es heute darstellt (das wichtigste Werkzeug des Internet), hat Berners-Lee damals schon erkannt, daß ein solches, durch Hyperlinks vernetztes System in Zukunft für den Rest der Welt (also alle Nicht-Hochenergiephysiker) benötigt werden würde [Bern89]:

> *„The Problems of information loss may be particularly acute at CERN, but in this case (...). CERN is a model in miniature of the rest of the world in a few years time. CERN meets now some problems which the rest of the world will have to face soon. In 10 years, there may be many commercial solutions (...), while today we need something to allow us to continue.“*

Dasselbe Dokument wurde im Mai **1990** nochmals den Verantwortlichen des CERN präsentiert und im Oktober 1990 wird eine überarbeitete Fassung mit konkreten Zielvorstellungen und Projektphasen unter dem Titel „WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project“ im CERN veröffentlicht [BeCa90].

Die Ziele, die in diesem Vorschlag ausgearbeitet wurden, waren:

- ein einfaches Protokoll zu entwickeln, um Informationen, die auf entfernten Computern abgespeichert sind unter Verwendung von Netzwerken abzufragen
- dieses Protokoll so zu entwickeln, daß die Informationen automatisch in einem Format, das der Anbieter und der Anwender gebrauchen können, ausgetauscht werden
- Methoden zur Verfügung zu stellen, mit denen man zumindest Text (und in weiterer Folge Graphiken) darstellen kann
- eine Suche nach Schlüsselwörtern zu ermöglichen
- die Software für alle diese Ziele kostenlos zur Verfügung zu stellen

Die Ziele, die das Projekt „WorldWideWeb“ nicht haben sollte, waren:

- Anwender zum Gebrauch einer speziellen Textverarbeitung oder eines Markup Formates zu zwingen
- Forschung im Bereich Sound und Video
- komplizierte Zugriffsrechte: entweder die Daten waren nur lokal auf einem Computer lesbar (und durch das dortige Dateisystem geschützt) oder die Daten waren auf einem Netzwerk von jedem Menschen lesbar

Es wurden die grundlegenden Aspekte bei der Entwicklung von Browsern (Programme zur Darstellung der Daten und Verfolgen der Links), Servern (Programme, die die Daten zur Verfügung stellen) und dem Aufbau von Links. Die Links sollten durch einfache ASCII-Markierungen im Text spezifiziert werden, in denen die Adresse eines Servers und der Name des Knoten angegeben werden [BeCa90].

Die Abwicklung des Projektes wurde in zwei Phasen eingeteilt. Die erste Phase sollte drei Monate dauern und folgende Dinge ermöglichen und entwickeln:

- Browser auf verschiedenen Terminalarten, Macintosh und NeXT Computern
- Server zum Zugriff auf USENET Newsgroups und dem CERN-internen Computersystem CERNVM
- einen Server zum Zugriff auf alle Arten von Dateien auf einem Computer mittels Hypertext
- ein Gateway zum Internet

Die zweite Phase, die nach sechs Monaten abgeschlossen sein sollte, sollte folgendes ermöglichen:

- die Kreierung von neuen Links und Dokumenten durch die Anwender
- einen Fullscreen Browser für VM/XA Computer
- einen Browser für X-Windows unter UNIX
- die automatische Benachrichtigung eines Anwenders, wenn neues Material erschienen ist, das ihn interessieren könnte

5.2 Die ersten Browser

Bereits einige Wochen nach der Veröffentlichung des Vorschlages von Berners-Lee und Cailliau wird im November 1990 der erste World Wide Web Prototyp auf einem NeXT Computer entwickelt und auch die Anbindung an das Computersystem CERNVM wird eingerichtet. Zu Weihnachten 1990 können bereits die ersten Browser vorgestellt werden: ein zeilenorientierter Browser und ein Browser auf einem NeXT Computer ermöglichen den Zugriff auf Hypertext-Dateien, CERNVM-Dateien und Newsartikeln des USENET [Cail95].

Der zeilenorientierte Browser wird im März **1991** zur limitierten Verwendung innerhalb des CERN freigegeben und im Mai wird der erste Server in den USA am Stanford Linear Accelerator Laboratory eingerichtet. Im selben Monat wird die Limitierung des zeilenorientierten Browsers aufgehoben und dieser wird auf allen Computern des CERN installiert.

Nachdem man im CERN eineinhalb Monate mit dem neuen System gearbeitet und es für gut befunden hatte, werden die Dateien, wie es auch im Projektvorschlag vorgesehen war, im Internet kostenlos zur Verfügung gestellt. Es werden in mehreren Newsgroups (alt.hypertext, comp.sys.next, comp.text.sgml, comp.mail.multi-media) Artikel veröffentlicht, die die Internet-Gemeinde auf diese neue Art des Information Retrieval und die Möglichkeit zum kostenlosen Download hinweisen sollten.

Im Oktober starten zwei Mailing-Lists (www-interest und www-talk), die die (noch wenigen) Benutzer des World Wide Web über neue Browser- und Serverversionen unterrichten und bei Problemen mit den Programmen helfen sollten. Die WWW-Server des CERN sind erstmals über telnet abrufbar und die erste internationale Präsentation des World Wide Web findet im Dezember auf der Hypertext’91 Konferenz in San Antonio (USA) statt.

Im Jänner **1992** wird eine neue Version (V 1.1) des zeilenorientierten Browsers zur freien Entnahme durch anonymes FTP zur Verfügung gestellt und das World Wide Web wird den Leuten präsentiert, für die es eigentlich gedacht war: die Gemeinde der Hochenergiephysiker erfährt erstmals in größerem Umfang etwas über das Projekt „WWW“ auf einer Konferenz in La Londe (Frankreich). Gleichzeitig wurden die **Uniform Resource Locators (URL)** eingeführt. Durch die URLs wird eine einheitliche Adressierung erreicht, um andere Internet-Dienste und Ressourcen durch Links ansprechen zu können, beispielsweise *Newsgroups* (news://Name.der.Newsgroup), *FTP-Server* (ftp://Name_des_Servers/Verzeichnis/Datei.txt), *gopher-Menüs* (gopher://Name_des_Servers/Menü) und natürlich auch *WWW-Server* (http://Name_des_Servers/Verzeichnis/Datei.html) [Bern92a].

Eine neuere Version des zeilenorientierten Browsers (V 1.2) wird im Februar in den Newsgroups alt.hypertext, comp.mail.multi-media, cern.sting, comp.archives.admin und den zwei Mailing-Listen angekündigt und auch zwei Browser unter X-Windows stehen mittlerweile zur Verfügung:

Der Browser *Viola* hatte folgende Features eingebaut [Bern92b]:

- Text in verschiedenen Schriftarten (für Überschriften, Listen, etc...)
- eingerahmte Links, die durch einfaches Anklicken betätigt wurden
- „Home“, „Back“ und „Forward“ Buttons
- ein History Fenster mit allen bisher besuchten Dokumenten
- eine Möglichkeit zum Anlegen von „Bookmarks“

Der Viola Browser war im Juli 1992 soweit ausgereift, daß er vom CERN zusammen mit den anderen Browser- und Serverprogrammen angeboten werden konnte.

Der zweite Browser unter X-Windows, *Erwise*, hatte diese Features [Bern92c]:

- Texte in verschiedenen Schriftarten
- unterstrichen Links (betätigt durch doppeltes Anklicken)
- einen Modus für den Betrieb mit mehreren Fenstern
- die Möglichkeit, lokale Dateien zu öffnen

Weitere Server außerhalb des CERN werden installiert, sodaß bis zum Herbst des Jahres 1992 bereits Server in 19 Organisationen in Betrieb waren, die mittels WWW Informationen mit Hypertext zur Verfügung stellten [Bern92d]:

Fermi National Accelerator Laboratory (USA), Nationaal Insitituut voor Kern- en Hoge Energie Fysika (Niederlande), Deutsches Elektronen Synchrotron (Deutschland), National Center for Supercomputer Applications (USA), Kernfysisch Versneller Instituut (Niederlande), Center of Mathematics and Computer Science (Niederlande), Cornell University (USA), Denmark Technical Library (Dänemark), VOICE Magazine (USA), Stanford Linear Accelerator Laboratory (USA), Technische Universität Graz (Österreich), University of Arizona (USA), University of Jerusalem (Israel), Helsinki Technical University (Finnland), Italian Physics Institute (Italien), CERN (Schweiz), University of North Carolina at Chapel Hill (USA), Xerox PARC (USA), Zentrum für Informations- und Sprachverarbeitung (Deutschland)

5.3 Die „killer application“: Mosaic

Das Stanford Linear Accelerator Laboratory, das den ersten World Wide Web Server in den USA eingerichtet hatte, brachte im Jänner **1993** auch einen eigenen Browser für X-Windows mit dem Namen *Midas* auf den Markt, während gleichzeitig auch der *Viola* Browser (von O’Reilly Associates) fertiggestellt wurde [Cail95].

Aber der Browser, der die „killer application“ des World Wide Web werden sollte, wurde vom National Center for Supercomputer Applications (NCSA) im Februar 1993 als Alpha Version vorgestellt: **Mosaic**

Bisher waren die Browser fast ausschließlich für Computer entwickelt worden, die unter dem Betriebssystem UNIX arbeiteten, entgegen dem Projektvorschlag des Jahres 1990, das auch auf die Entwicklung von Browsern für Macintosh explizit hingewiesen hatte. Das NCSA hatte als einzige Organisation erkannt, wie wichtig es war, auch den Benutzern von anderen Betriebssystemen eine Möglichkeit zu geben, das World Wide Web mit einer graphischen Benutzeroberfläche zu durchforsten.

Die Aufgabe der NCSA ist es, Programme zu entwickeln und diese kostenlos zur Verfügung zu stellen. Neue Forschungsrichtungen werden untersucht in der Hoffnung, daß kommerzielle Interessen geweckt werden und davon profitieren können. Das World Wide Web hatte die Entwickler der NCSA von seinen Fähigkeiten überzeugt und deshalb wurde mit der Programmierung begonnen [Hugh94].

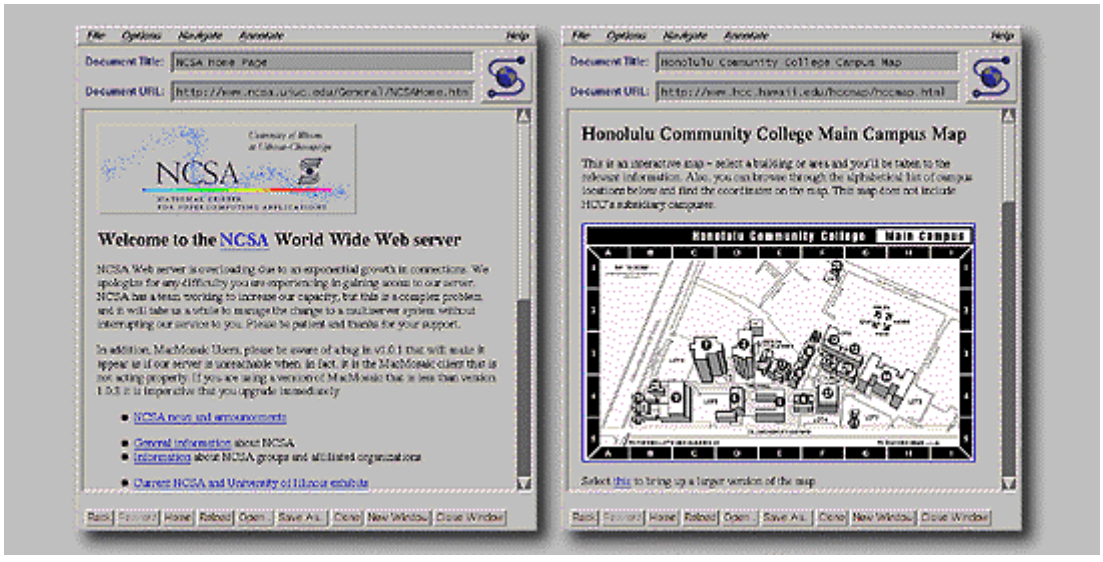

Abb 5.1: Mosaic

Die PC, Macintosh und Amiga-Versionen von Mosaic wurden im September 1993 nachgereicht und das war der Startschuß für den Siegeszug von Mosaic (und dem World Wide Web). Während das Programm selbst kostenlos war, mußten Firmen, die den Quellcode von Mosaic verwenden wollten, 100.000 Dollar an die NCSA zahlen. Dann konnten diese Firmen eigene Erweiterungen in das Programm einfügen [Wolf95].

Im selben Jahr wurde auch die erste Spezifikation der Seitenbeschreibungssprache des World Wide Web, die **Hypertext Markup Language (HTML)**, in der Version 1.0 vorgestellt [Conn96a].

HTML ist ein Abkömmling der Standard Generalized Markup Language (SGML), die benutzt wird, um Dokumente zu strukturieren. Dabei wird das Dokument nicht in seinem Aussehen, dem Layout, wie es für eine Druckvorlage benötigt werden würde, sondern in seinen inhaltlichen Komponenten beschrieben. Das optische Aussehen spielt für SGML keine Rolle, wichtig ist nur, daß eine Textstelle z.B. eine Kapitelüberschrift ist. Wie diese Überschrift dann im Ausdruck aussieht, ist dem Autor im Moment des Schreibens egal und wird erst beim Ausdruck festgelegt [Szil95].

In HTML werden Überschriften, zusammenhängende Textstellen (Paragraphs), Links und eingebettete Bilder definiert. HTML-Seiten sind einfache ASCII-Dateien, die mit jedem Editor geschrieben werden können. Will man eine Web-Seite ansehen, dann fordert der WWW-Client über das Hypertext Transfer Protocol (HTTP) die HTML-Datei vom WWW-Server an. Diese wird an den Client geliefert und vom Browser wird die korrekte Darstellung der Datei übernommen. Der große Vorteil dieser Methode liegt auf der Hand: es ist nicht notwendig, eine bestimmte Art von Computer zu besitzen, man braucht nur einen Browser auf dem eigenen System, der HTML-Dateien auf dem Bildschirm darstellen kann [Reib95].

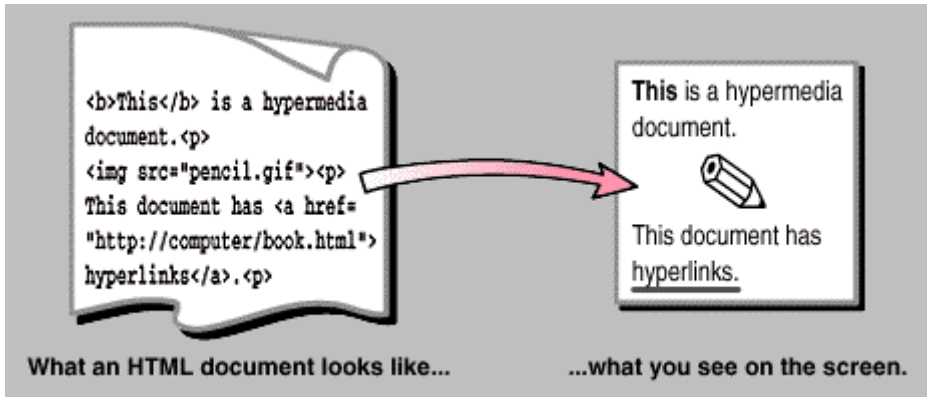

Abb 5.2: Hypertext Markup Language (HTML)

Schon bald wurden Vorschläge zur Erweiterung von HTML gemacht, und so erschienen bereits im November 1993 die ersten Anregungen für eine Erweiterung. Diese neue Version, HTML+ genannt, schlug folgende zusätzliche Features vor [Ragg93]:

- Tabellen (tables)
- Eingabemasken (forms)
- Darstellung mathematischer Formeln
- Indizierung von Dokumenten

Allerdings wurde nur eines dieser Features (Eingabemasken) als HTML-Standard definiert, die anderen mußten noch einige Jahre darauf warten. Der erste Browser, der Eingabemasken verwalten konnte, war Mosaic in der Version 2.0 (herausgegeben im November 1993) [DeBr95].

Im Oktober 1993 war die Anzahl der World Wide Web-Server bereits auf über 200 angestiegen und innerhalb von sechs Monaten sollte sich diese Zahl verdreifachen [Cail95].

5.4 Das WWW startet durch

Der Erfolg des WWW ist auch daran abzulesen, daß das World Wide Web Gopher in der Anzahl der übertragenen Bytes im März 1994 überholt [Meri95] und im Mai 1994 am CERN die erste internationale World Wide Web Konferenz abgehalten wird. Die Konferenz war ein großer Erfolg, sodaß nur die Hälfte der Besucher zugelassen werden konnte [Cail95].

Auf der Konferenz wird auch eine neue Beschreibungssprache für virtuelle Welten konzipiert, die **Virtual Reality Markup Language** (VRML, später in Virtual Reality Modelling Language umbenannt). VRML erlaubt die Bildung von virtuellen Welten über das WWW, die in den Browsern dargestellt werden [Ragg94].

Aufgrund des Erfolges der ersten WWW Konferenz und der absehbaren weiteren Entwicklung des WWW wurde im August 1994 das International World Wide Web Conference Committee (IW3C2) von CERN und MIT gegründet, das weitere Konferenzen organisieren sollte. Das wurde auch getan, denn schon im Oktober fand die zweite internationale WWW Konferenz in Chicago statt [Cail95].

Im Juli 1994 einigen sich CERN und MIT auf die Gründung einer neuen Organisation, die sich um die Belange und die weitere Entwicklung des World Wide Web kümmern sollte und im Dezember findet das erste Treffen des **WWW Consortium (W3C)** in Cambridge (beim MIT) statt. Das CERN zieht sich anschließend aus der Weiterentwicklung vollends zurück und überläßt diese Aufgabe dem W3C [Cail95].

Obwohl Mosaic als die „killer application“ des WWW bezeichnet wird, hat ein anderes Programm die weltweite Führerschaft bei Browsern übernommen: **Netscape**. Im März 1994 verließen einige Programmierer das NCSA und gründeten die Firma Mosaic Communications Corporation (die später in Netscape umbenannt wurde). Netscape hat im Laufe der Jahre immer mehr Benutzer erobern können und hält momentan einen Marktanteil von 75 Prozent.

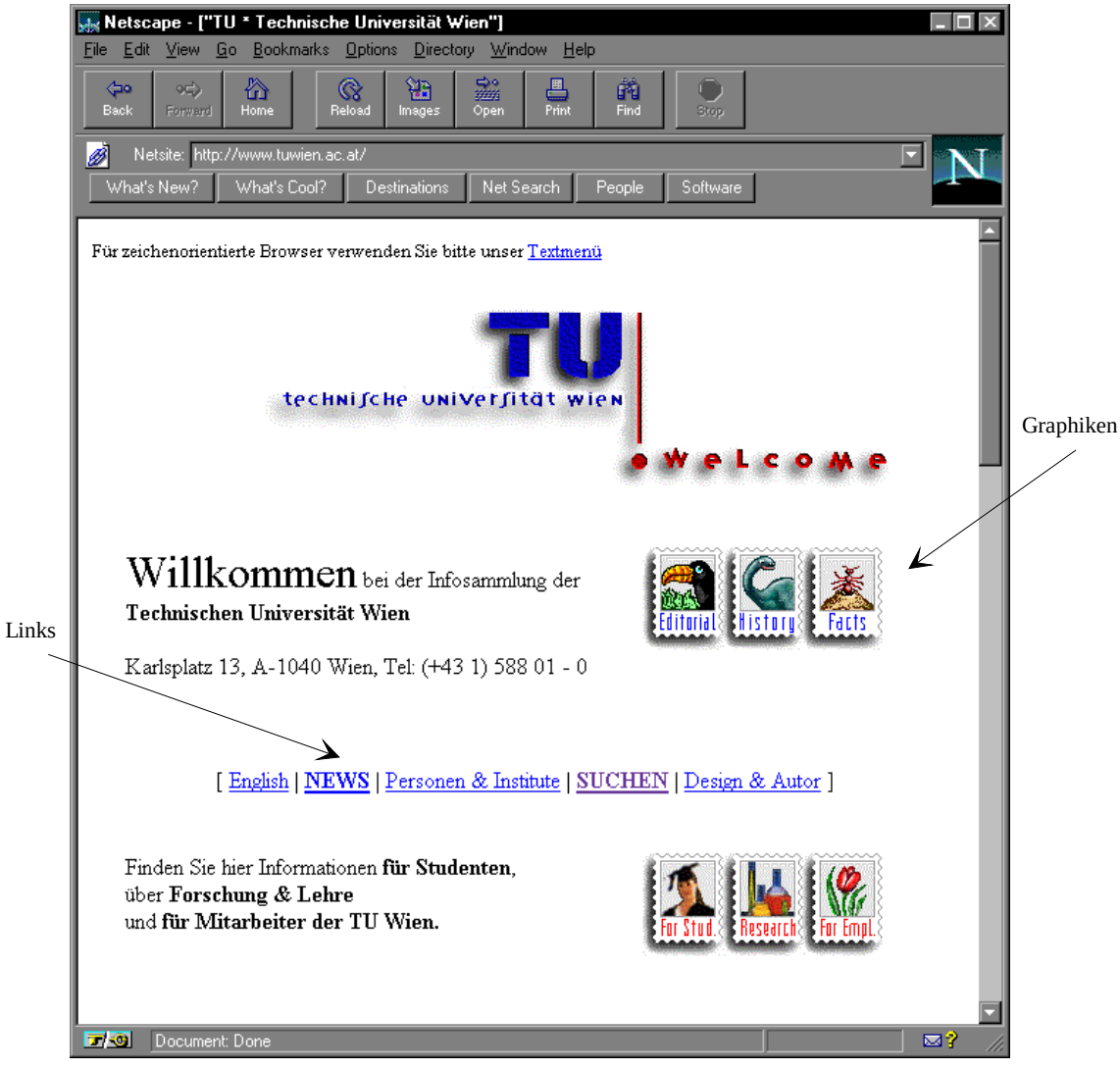
Netscape - ["TU * Technische Universität Wien"]
File Edit View Go Bookmarks Options Directory Window Help
Back Forward Home Reload Images Open Print Find Stop
Netsite: http://www.tuwien.ac.at/
What's New? What's Cool? Destinations Net Search People Software
Für zeichenorientierte Browser verwenden Sie bitte unser Textmenü
technische universität wien
welcome
Willkommen bei der Infosammlung der
Technischen Universität Wien
Karlsplatz 13, A-1040 Wien, Tel: (+43 1) 588 01 - 0
Editorial
History
Facts
[English | NEWS | Personen & Institute | SUCHEN | Design & Autor]
Finden Sie hier Informationen für Studenten,
über Forschung & Lehre
und für Mitarbeiter der TU Wien.
For Stud.
Research
For Empl.
Document: Done
Graphiken
Links

Abb 5.3: Netscape

Auch HTML macht im Jahre 1994 eine Weiterentwicklung durch: die Version 2.0 wird im Juli vorgestellt, im Sommer überarbeitet, worauf bei der IETF eine eigene Working Group eingerichtet wird und im Februar 1995 die erste Spezifikation veröffentlicht wird. Als Standard wird HTML 2.0 allerdings erst im *November 1995 (!)*, also fast eineinhalb Jahre nach der ersten Vorstellung, von der IETF präsentiert [Bern95].

Das weitere Dilemma der Weiterentwicklung von HTML zeigt die Bearbeitung zur Version 3.0. Der erste Vorschlag zur Erweiterung vom HTML 2.0 um Tabellen, Textfluß rund um Graphiken und mathematische Ausdrücke entstand im März 1995 [Cail95]. Die Macht von großen Browserherstellern (vor allem Netscape aber auch Microsoft) führte dazu, daß diese Firmen nicht lange darauf warten wollten, bis die IETF endlich einen neuen Standard herausbringen würde, sondern sie erweiterten HTML selbständig um neue Features.

So führte Netscape u.a. das Konzept der Frames ein, bei der die Browserdarstellung auf mehrere Bereiche aufgeteilt werden kann und jedem dieser Bereiche eine eigene HTML-Datei zugewiesen werden kann. Da jedoch nicht alle Browser diese neuen Features darstellen konnten (weil es ja kein „richtiges“ HTML war), viele Autoren von Web-Seiten diese aber verwendeten, mußte man den richtigen Browser haben, um die Seiten richtig darstellen zu können.

Für HTML 3.0 wurden verschiedene Browser entwickelt, darunter vom W3C der Arena-Browser, der alle Features von HTML 3.0 verwalten konnte [Conn96b].

welcome to arena
Quit Open.. Reload SaveAs.. Print View Edit Back Forward Home ZoomIn ZoomOut Help 0.97h
Abort
Welcome to Arena
You are using prerelease 0.97. This page should disappear when Arena loads the initial page. Unless otherwise specified on the command line or through the WWW_HOME environment variable, Arena will load its release page. If you are behind a firewall, this page may be inaccessible and you will have to point Arena to a SOCKSified http-server (e.g. CERN's httpd) to get to freedom.
While waiting, you may take a quick look at some of the things HTML3 can do for you:
Math without GIF's:
The example above is a table (with non-visible borders) containing math markup. The colors (if you're on a color screen) come from a style sheet. So does the left margin which resizes according to the width of the window. You will find more examples behind the help button.

Abb 5.4: Arena Browser für HTML 3.0

Durch die fehlende Zusammenarbeit der HTML-Entwickler mit den Browserfirmen divergierten die Fähigkeiten von HTML 3.0 und den realen HTML-Anwendungen so stark, daß HTML 3.0 nie als Standard veröffentlicht und die Entwicklung beendet wurde. Statt dessen erkannten die führenden Köpfe des W3C, daß es unbedingt notwendig ist, Browserfirmen in den Entwurf neuer HTML Standards einzubinden.

Das geschieht auch bei der neuesten HTML Version 3.2. Es nehmen unter anderem Netscape, IBM, Microsoft, Novell und Sun an der Bildung des neuen Standards teil, was die Zukunftsaussichten von HTML 3.2 erheblich verbessern dürfte [CoRa96].

5.5 It's hot: Java

Eine der Neuerungen von HTML 3.2 ist die Möglichkeit des Einfügens von **Applets**. Das sind kleine Programme, die mit der Programmiersprache **Java** von Sun Microsystems geschrieben worden sind und auf jedem Browser ablaufen können.

Java wurde ursprünglich mit dem Ziel entwickelt, hochentwickelte Software in kleinen Haushaltsgeräten einzubauen. Die Ziele der Programme waren (und sind) Telefone, Kühlschränke, Fernseher, etc... Jedes Haushaltsgerät sollte mit einem Chip ausgerüstet sein, der Java-Programme ablaufen lassen konnte [SUN96].

Zu diesem Zweck wurde Java betriebssystemunabhängig konzipiert, d.h. es ist vollkommen egal, auf welchem Betriebssystem sich das Java-Programm befindet, sobald ein Java-Interpreter vorhanden ist, kann das Programm gestartet werden. In vielen neuen Browsern (erster war Netscape) wurden diese Interpreter eingebaut und Java entwickelte sich zu einer äußerst beliebten Programmiersprache.

Java wurde 1995 auf den Markt gebracht und zur selben Zeit begannen auch die Schwierigkeiten bei der Navigation im World Wide Web. Durch die große Beliebtheit des WWW sprossen die Web-Seiten nur so aus dem Boden und das „lost in hyperspace"-Syndrom begann um sich zu greifen. Um der Informationsflut Herr zu werden und den Überblick nicht zu verlieren, wurden die ersten **Search-Engines** installiert.

Bei diesen Suchwerkzeuge kann man Suchbegriffe eingeben, das Programm sieht in seiner internen Datenbank nach, ob es Web-Seiten dazu findet und liefert als Ergebnis eine Liste mit Links zu den gefundenen Seiten.

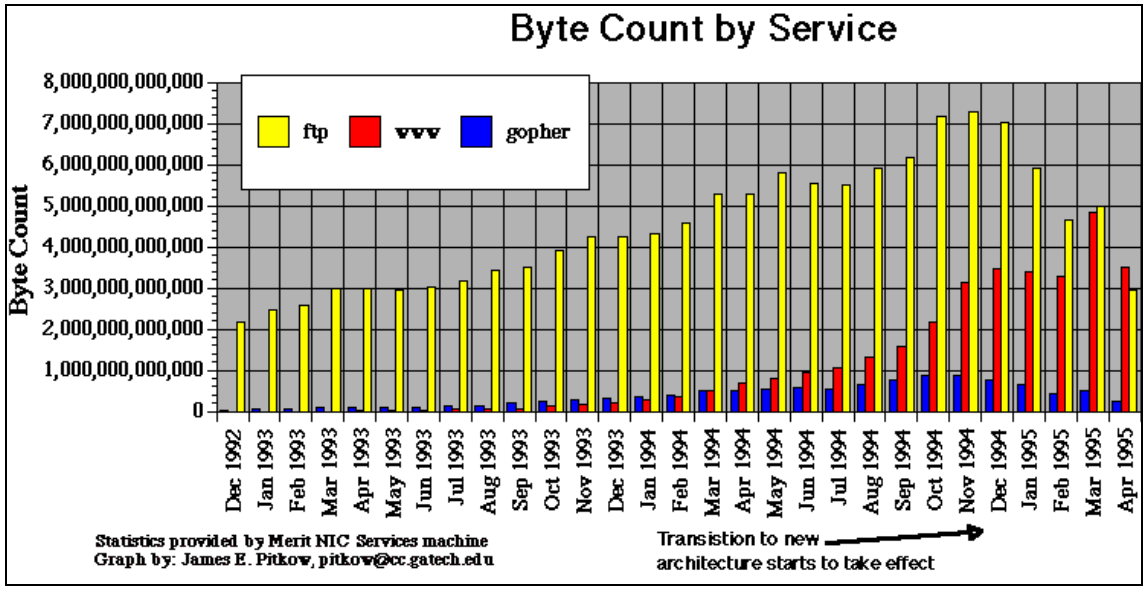

Abb 5.5: Übertragene Bytes

Im April 1995 ist auch endlich der Siegeszug des WWW perfekt. Etwas mehr als ein Jahr, nachdem das WWW Gopher bei der Menge der übertragenen Bytes überholt hatte, nimmt es jetzt den ersten Platz ein: das World Wide Web überholt FTP und wir damit die Nummer 1 unter allen Anwendungen des Internet [Meri95].

5.6 Die Gegenwart (in Zahlen)

Im Jahre 1996 gewinnt die kommerzielle Seite des World Wide Web die Oberhand. Immer mehr Firmen gehen ins Netz und präsentieren (und verkaufen) dort ihre Produkte. Der Browser“krieg“ zwischen Netscape und Microsoft eskaliert und Java etabliert sich als „die“ Programmiersprache des World Wide Web.

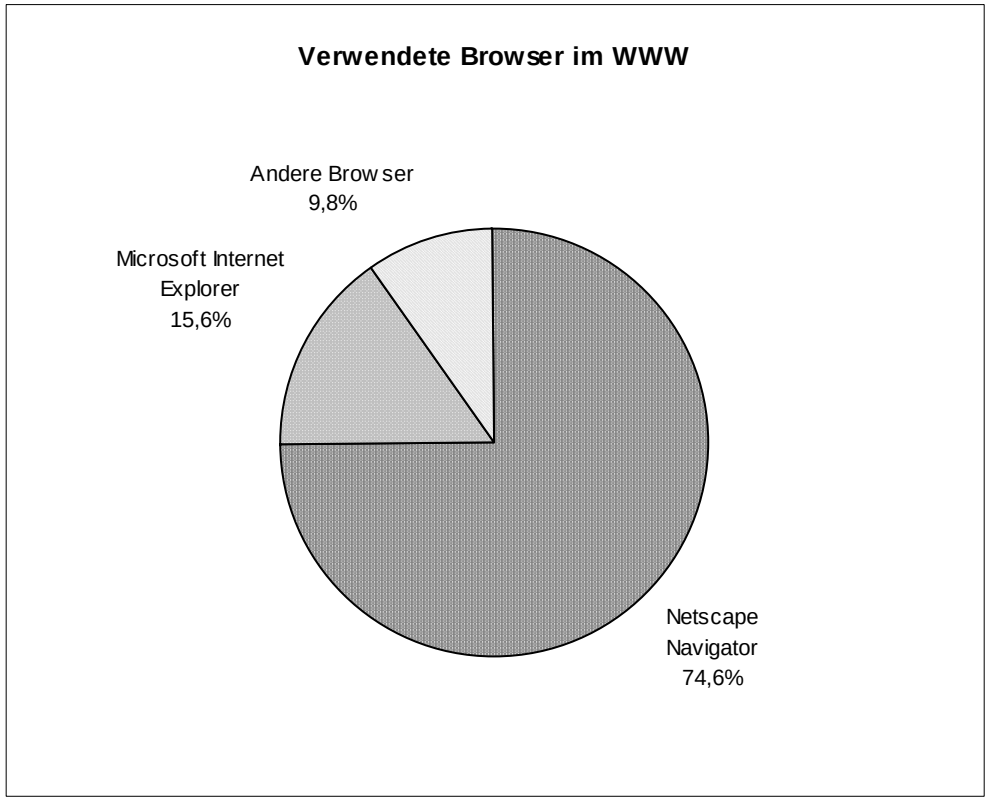

Abb 5.6: Verwendete Browser im WWW

Am Browsermarkt zeigt sich die eindeutige Dominanz von Netscape: 74,6 Prozent der Zugriffe auf Web-Seiten erfolgen mit dem Netscape Navigator. Der Microsoft Internet Explorer liegt zwar mit 15,6 Prozent abgeschlagen an zweiter Stelle, holt jedoch auf (Microsoft wird den Internet Explorer in zukünftige Betriebssysteme integrieren). Andere Browser (Mosaic, Lynx, America Online Browser) teilen sich die restlichen 9,8 Prozent [KNL96].

Der Benutzer des World Wide Web im Jahre 1996 ist 33 Jahre alt, mit 68-prozentiger Wahrscheinlichkeit ein Mann und verdient 59.000 Dollar im Jahr. Der Anteil der Frauen ist umso größer, je jünger die beobachtete Bevölkerungsgruppe ist. Mit zunehmendem Alter vergrößert sich der Anteil der Männer [KNL96].

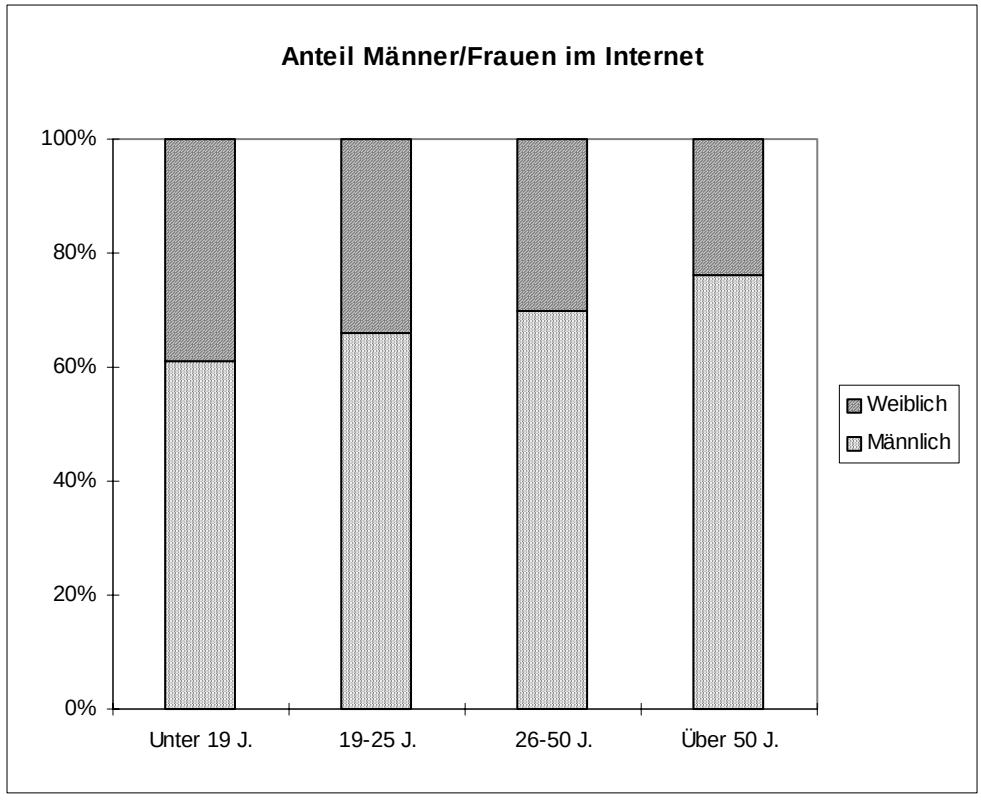

Abb 5.7: Anteil Männer/Frauen im Internet

5.7 Hyper-G: die Alternative ?

Ein Problem des WWW ist es, daß die Dokumente keine eindeutige Adressierung besitzen. Durch die URLs wird zwar der *Standort*, wo sich das Dokument befindet, angegeben, jedoch können sich Parameter wie Dokumentenname, Servername, IP-Adresse, etc. ändern (auch ein Problem der unidirektionalen Links). Außerdem besitzt das WWW keine hierarchische Gliederung und so weiß der Anwender in vielen Fällen nicht mehr, wo im Hyperspace er sich befindet.

Ein Informationssystem der 2. Generation hingegen, Hyper-G, entwickelt an der TU Graz vom Jahr 1991 beginnend, löst einige dieser Probleme [KMT91]. Jedes Dokument in Hyper-G besitzt eine eindeutige Nummer, die es von allen anderen Dokumenten unterscheidet. Außerdem ist jeder Anwender eindeutig identifiziert und kann dem Dokument als Autor zugeordnet werden [DaHe95].

Die Links in Hyper-G sind bidriektional, d.h. auch vom Zielanker kann der Ausgangsanker, der auf dieses Ziel zeigt, gefunden werden. Links können auch bei Videos eingegeben werden, außerdem können Zugriffskontrollen implementiert werden (das Dokument kann nur von eine bestimmte Gruppe von Anwendern gelesen werden).

Damit erfüllt Hyper-G einige Anforderungen des Xanadu Systems [Pam96], jedoch fehlt zu einem Xanadu-System die Möglichkeit der Bezahlung von royalties.

Hyper-G besitzt Gateways zum WWW, zu Gopher, WAIS und FTP, es hat jedoch nicht den entscheidenden Durchbruch geschafft. Vielleicht sind die um einiges komplizierteren Verfahren zur Herstellung der Dokumente im Vergleich zum WWW für den Anwender nicht akzeptabel. Ein weiterer Nachteil ist es, daß nur für zwei Hardware-Systeme Browser exisiteren: Harmony für X-Windows und Amadeus für PC-Windows.

6. Zukünftige Entwicklungen

In diesem Kapitel möchte ich darauf eingehen, wie die Zukunft des Internet und des World Wide Web aussehen könnte. Als Basis dafür dienen verschiedene Artikel aus Computerzeitschriften, die sich mit den möglichen Entwicklungen befassen und teilweise von Menschen stammen, die an der Entwicklung des Internet und des WWW maßgeblich beteiligt waren.

Während vor zwei Jahren noch völlig andere Schlagworte die Computer-Printszene in Beschlag nahmen, nämlich Information Superhighway und (in den USA) National Information Infrastructure, hat sich das geändert und in Richtung WWW entwickelt. Die neuen Schlagworte sind Intranet, Virtual Reality und electronic commerce.

Die National Information Infrastructure (NII), die in den USA aufgebaut werden sollte und jedem Menschen Zugang zu elektronischer Kommunikation, Video on Demand und ähnlichen Gimmicks geben sollte [Wein94], wurde vor allem im Jahre 1994 heftig diskutiert [Neum94]. Der Aufbau des NII ist in der Zwischenzeit von der Wirklichkeit überholt worden, und die Möglichkeiten, die das Internet und das WWW bieten, nämlich billigen Anschluß an ein globales Kommunikationsmedium und die sich immer vergrößernden Möglichkeiten des Internet sind in den Mittelpunkt der Debatte gekommen.

Auch die Kommerzialisierung des Internet, vor der man sich noch 1994 gefürchtet hat [Pres94], hat mittlerweile stattgefunden und die Furcht vor einer Kommerzialisierung ist einem Zusammenleben gewichen.

6.1 Die Zukunft des WWW

Tim Berners-Lee, der Vater des WWW beschreibt in [Bern96] die gegenwärtigen Entwicklungen des WWW und mögliche Ausblicke in die Zukunft.

Einer der wichtigsten momentane Prozesse der Gestaltung des WWW ist die Möglichkeit des content-filtering. Eine Untergruppe des WWW Consortium, die Platform for Internet Content Selection (PICS), versucht neue Protokollelemente einzuführen, die es ermöglichen sollen, die Inhalte, die von einem Web-Server an einen Client geliefert werden, zu filtern und nur jene Informationen durchzulassen, die als „erlaubt“ vom Benutzer angegeben worden sind.

Der Hintergrund, der zu dieser Entwicklung geführt hat, war die massive Sorge von Eltern, ihre Kinder könnten „schmutziges“ oder „gefährdendes“ Material im WWW finden, diese Informationen aufnehmen und ohne Wissen der Eltern so einem Einfluß ausgesetzt werden, der nur schwer kontrollierbar ist.

Die PICS stellt sogenannte *labels* zur Verfügung, anhand derer eine Inhaltsfilterung stattfinden kann und die den Eltern die Möglichkeit gibt, sich über den Inhalt bestimmter Web-Seiten zu informieren.

Auch die Verfahren zum elektronischen Austausch von Geld sollen immer mehr verfeinert werden, damit eine gesicherte elektronische Transaktion stattfinden kann. Die Schlagworte zu diesem Thema sind: Cybercash, Digicash und electronic Cash.

Die Richtungen, in die sich die Entwicklung des WWW in Zukunft bewegen wird, sind laut Berners-Lee:

- *improving the infrastructure, to provide a more functionial, robust, efficient, and available service;*
- *enhancing the Web as a means of communication and interaction between people;*
- *letting the Web contain rich data in a form understandable by machines, thus letting machines more effectively interact with the Web.*

Bei der Verbesserung der Infrastruktur ist zu bedenken, daß eine immer größer werdende Masse von Menschen in das Internet strömen und so die Belastung von Servern immer größer wird. Es müssen Möglichkeiten gefunden werden, die Informationslast von einem Server auf mehrere andere Maschinen aufzuteilen und so eine gleichmäßigere Belastung der Informationsbereitstellung zu erreichen.

Dies kann dadurch erreicht werden, daß häufig abgefragte Informationen automatisch auf mehrere Server kopiert werden und so die Belastung eines Servers gemindert wird. Dieser Ansatz ähnelt den Vorstellungen von Ted Nelson, der ja auch eine automatische Replikation von Daten in seinem Docuverse schaffen möchte, um den Datenverlust im Fall einer Katastrophe zu verhindern (sonst würde ja ein Teil der Literatur, von der er alles speichern möchte, verloren gehen).

Die Probleme, die dabei (bei der Replikation der Daten) gelöst werden müssen, sind:

- die Kategorisierung von Dokumenten und Anwendern um sie als Gruppen behandeln zu können
- das Voraussehen von hoher Zugriffsfrequenz von Dokumentengruppen durch Anwendergruppen

- die Entscheidung zur optimalen Plazierung von Datenkopien für einen schnellen Zugriff
- die Entwicklung von Algorithmen zum Finden des schnellsten Weges zur billigsten oder nächsten Kopie der abgefragten Daten

Der Ausbau des WWW in Richtung neuer Kommunikationsformen und die Einbindung dieser Kommunikationsformen muß vorangetrieben werden. Ein Weg hierzu ist z.B. die Entwicklung der Plug-Ins von Netscape, die es erlaubt, verschiedenste Datentypen über das WWW zu transportieren und im Client oder einer externen Anwendung sofort ansehen oder bearbeiten zu können.

Neue Protokolle des WWW müssen außerdem die Möglichkeiten der gemeinsamen (kollaborativen) Verwendung verbessern. Geschehen könnte dies durch:

- die Entwicklung besserer Editoren, die eine direkte Interaktion mit den Daten des Web ermöglichen,
- die Benachrichtigung interessierter Teilnehmer sobald sich eine Information geändert hat,
- die Integration von Audio- und Video-Konferenztechnologien,
- die Einrichtung von Anmerkungs-Servern,
- die Darstellung von Links als Objekte mit Versionskontrolle, Autor und Zugehörigkeit (zum Autor)

Die Etablierung der PICS hat bereits gezeigt, daß sich die Entwickler des WWW auch zunehmend mit sozialen und ethischen Fragen befassen müssen. Ein Merkmal, daß dabei zu beachten ist, ist das der Privatsphäre.

Da mit zunehmendem Ausmaß private Informationen mittels des WWW präsentiert werden und private Kommunikation ebenfalls über das Web abläuft, ist es notwendig, daß diese Kommunikationen nicht abgehört werden können und somit privat bleiben.

Ein Mittel, um dies zu erreichen, ist die Verschlüsselung. Da die U.S.-amerikanische Regierung die Ausfuhr von kryptographischen Programmen mit einer Schlüssellänge größer als 40 Zeichen verbietet (ein markantes Beispiel ist der Prozeß gegen den Entwickler des Programmes PGP), existieren z.B. zwei Versionen des Netscape Browsers: eine amerikanische mit 64 Zeichen Schlüssellänge und eine internationale mit nur 40 Zeichen Schlüssellänge. Da aber der Grad der Sicherheit mit der Schlüssellänge exponentiell wächst, ist es notwendig, auch international mit 64 Zeichen Schlüssellänge operieren zu können.

6.2 Soziale Veränderungen

Eine Veränderung, die das Web über die letzten Jahre erfahren hat, ist die Mutation oder Transformation von einem abstrakten, chaotischen Informationsnetz zu einem „social hypertext“ [Eric96].

Der Grund hierfür ist die zunehmende Verbreitung von persönlichen Webseiten (personal webpages). Auf diesen Seiten präsentiert sich eine Person einer globalen Allgemeinheit und zwar von einer persönlichen Sicht her.

Auf personal webpages findet man Informationen über Hobbys, Haustiere, Kinder, politische Ansichten, Freunde, Kollegen, etc. Oft sind diese Seiten noch durch Links mit anderen personal webpages von Freunden verknüpft und bilden so ein „Netz im Netz“, ein Netz von persönlichen Informationen.

Diese Entwicklung nennt Erickson den sozialen Hypertext. Auf den persönlichen Webseiten werden die Tugenden abgebildet, die den Menschen von der Maschine abheben. Das für diesen Zweck Computer (also Maschinen) als Übertragungsmedium verwendet werden, stört dabei nicht, stellt es doch die einfachste Möglichkeit dar, sich selbst anderen zu präsentieren.

Es ist um einiges einfacher, eine Webseite zu erstellen und diese im Internet zu publizieren, um damit eine Menge Leute erreichen zu können, als etwa ein Buch zu schreiben und dieses zu publizieren.

Mit der Schaffung von Webseiten und der Plazierung persönlicher Inhalte darin geht ein Mensch aus sich heraus und sagt: „Das bin ich !“. Das ist eine soziale Komponente des WWW, die man nicht unterschätzen darf. In nächster Zukunft wird es vielleicht ebenso notwendig sein, seine persönliche Homepage auf der Visitenkarte anzugeben wie heutzutage eine e-Mail Adresse.

Ein interessanter Vergleich ist es auch, das Alter der Internet Benutzer anzusehen. Es sind vor allem jüngere Menschen, die sich leicht auf die Hypertext-Struktur des WWW einstellen können.

Ihnen ist die Kunst des Überganges vom linearen zum nicht-linearen Medium geglückt, sie haben den Sprung vom Buch zum WWW geschafft. Ein wichtiges Merkmal dabei ist es auch, von der „post-MTV“ Generation zu sprechen [Pres95]. Dieser fällt es leichter, sich mit den assoziativen Verknüpfungen des WWW vertraut zu machen (sie sind ja auch gewohnt, auf dem Bildschirm zwischen den „channels“ herumzuspringen).

Ihnen fällt der Übergang von linearen auf nicht-lineare Strukturen viel leichter als Personen, die ihr Leben lang nichts anderes gewohnt waren als eine lineare Wissensaufnahme (weil es ja keine andere in Büchern vertretene Art der Informationsaufbereitung gab).

Mit zunehmendem Erfolg des Internet wird es in Zukunft eine Wandlung der Altersstruktur des Internet geben: die heutigen „Infonauten“ werden älter, neue stoßen nach. Von den (jetzt schon) alten Menschen werden keine mehr auf den Zug aufspringen (wenn sie es bis jetzt nicht getan haben, werden sie es auch in Zukunft nicht tun), und so wird diese Entwicklung nur sehr langsam vor sich gehen.

Als Beispiel sei nur erwähnt, daß in vielen Schulen die vorhandenen Computer mit dem Internet verbunden sind und Schüler schon in der Volks- oder Mittelschule mit der Handhabung der Computer (und auch der Datennetze) vertraut gemacht werden. Wo sind die Computer in den Altersheimen ? Momentan gibt es sie noch nicht, aber in 30 Jahren, wenn die momentan 40-jährigen in die Altersheime kommen werden, dann wird es sie geben, die Computerräume. Und dort werden sie „surfen“ oder was auch immer man in 40 Jahren mit Computern anstellen wird.

7. Conclusio

Das Internet und das World Wide Web haben die Welt im Sturm erobert und sind wohl die vorherrschenden Kommunikationsmedien der Zukunft. Aber welche gesellschaftlichen, assoziativen und kognitiven Aspekte sind von dieser „Webolution“ betroffen? Was wird sich in der Kultur der Menschheit ändern, wenn alle Informationen vernetzt sind und nur auf den Zugriff warten?

Die erste Frage, die auftaucht, ist, ob das WWW zu dem wird, was Teilhard de Chardin die „Noosphäre“ genannt hatte [McLu95]. Die Noosphäre ist ein technisches Gehirn der Welt, ein riesiger Computer, ein elektronisches Gehirn, in dem alle Information gespeichert ist. Zwar würde das Xanadu-System von Ted Nelson dem mehr entsprechen, es ist aber nicht verfügbar und außerdem ist das WWW schon so weit verbreitet, daß es eher schon als „Mini-Noosphäre“ bezeichnet werden könnte.

Allerdings fehlen im WWW die Orientierungsmöglichkeiten, da durch die sture Verwendung des Hypertext-Prinzips und die nur unidirektional vorhandenen Links sehr leicht das „lost-in-hyperspace“-Syndrom auftreten kann. Es sind also Weiterentwicklungen vonnöten, um solche Ver(w)irrungen zu umgehen.

Der größte Verdienst des World Wide Web ist es aber, Millionen von Computerbenutzern in aller Welt den Zugang zur Technologie des Hypertext ermöglicht zu haben. Zwar waren schon vorher Hypertext-Systeme vorhanden (z.B. die Windows-Hilfe, ein allerdings zugegebenermaßen recht einfaches Werkzeug und mit dem WWW nicht direkt zu vergleichen), aber erst das World Wide Web brachte Hypertext in die Arbeitszimmer, Wohnzimmer und Kinderzimmer der ganzen Welt.

Und Hypertext ist nicht nur für die Informationsverarbeitung von Bedeutung, auch die kognitiven Aspekte spielen eine große Rolle.

Jahrhundertelang war das einzige Kommunikationsmedium, das die Menschheit benutzte, das geschriebene Wort. Durch die Erfindung des Buchdrucks konnten Bücher in großer Anzahl unter das Volk gebracht werden (daß diese erst das Lesen lernen mußten, ist eine andere Geschichte). Durch die darauffolgende jahrhundertelange Vorherrschaft des Wortes über andere Darstellungsformen wie Bilder wurde die rechte Gehirnhälfte bevorzugt. Die rechte Gehirnhemisphäre ist der Sitz des logischen Denkens und so ist der visuelle Mensch ein logisch denkender [McLu95].

Ob das jedoch von Vorteil ist, mag bezweifelt werden. Medizinisch gesehen kann eine Bevorzugung eines Gehirnteiles auf Dauer nicht zum Erfolg führen und ein logisch denkender Mensch, der sich nur mit Denken, Philosophieren und Wissenschaft beschäftigt ist für mich kein Ideal, dem man folgen sollte.

Hier hilft uns aber die moderne Informationstechnologie: durch die Erweiterung von HyperTEXT auf HyperMEDIA werden andere Medienformen in Text eingebaut. Und das führt zu sehr gewollten Nebenerscheinungen: diese neuen Medien (Video, Audio, Graphik) regen die rechte, emotionale Gehirnhälfte an und so wird aus dem Logiker ein Universalwissenschaftler.

Insofern ist auch die Erweiterung von HTML um den MATH-Tag zu begrüßen. Zahlen, die eigentlich nicht zu einem Text passen (Zahlen sind eher Bilder als Buchstaben), werden in einem Text von den anderen Zeichen „vergewaltigt“. Man kann z.B. Formeln mit einer Schreibmaschine nicht darstellen [Flus90]. In HTML 3 wird eine Methode eingeführt, um mathematische Formeln in Web-Seiten angeben zu können. Ein Schritt in die richtige Richtung.

Hypertext bringt eine neue Form der Literatur hervor: „HyperLiteratur“ (wollen wir sie hier einmal so nennen). Ein Text muß heutzutage nicht mehr linear sein, um verstanden zu werden. Der klassische „Krimi“ wird so wohl nicht abgelöst werden, es können aber neue Kunstformen (Literaturformen) entstehen, die von dieser neuen Technologie Gebrauch machen und möglicherweise die menschliche Kultur revolutionieren werden (irgendwann einmal).

Eine große Befürchtung herrschte darüber, ob durch das World Wide Web andere Medien verdrängt oder gar ersetzt werden könnten.

Das Gegenteil ist wohl eher der Fall. Das World Wide Web stellt vielmehr eine Erweiterung der bestehenden Medienformen dar und fügt sich nahtlos auf den ihm zugehörigen Platz in der Medienlandschaft ein. Die Mediengiganten erkennen vielmehr den Wert des WWW und gehen selbst den Weg dorthin, um neue Kundenschichten zu erschließen.

Zeitungen, die durch die Aktualität des WWW ins Hintertreffen geraten könnten, finden viele neue Freunde, dadurch daß sie ihre Informationen (Zeitungsseiten) im Internet zur Verfügung stellen und so auch am anderen Ende der Welt gelesen werden können. Fernsehstationen bringen Zusammenfassungen ihrer Berichte auf Web-Seiten und Fernsehzuschauer können an Fernsehdiskussionen mittels e-Mails teilnehmen.

Wie weit ist es bis zum vernetzten Haushalt? Wann kommt die Zeit, wenn alle Haushaltsgeräte von einem Computer aus zentral gesteuert werden können? Die ersten Schritte auf diesem Gebiet sind getan, mit der Entwicklung von Java und den Ambitionen der Programmierer, ein Java-Betriebssystem in jedem nur denkbaren Gerät einzubauen.

In 20 Jahren werden vielleicht (oder wahrscheinlich?) alle heutigen Kommunikationsgeräte (Fernsehen, Telephon, Fax, Internet) von einem Gerät aus bedient. Der Anwender sitzt gemütlich in einem Ohrensessel, während er mit einem Freund telephoniert, gleichzeitig einen Film aufnimmt und durch Drücken einer Taste auf der Fernbedienung bestimmte Teile dieses Filmes für die Weiterverwendung im Computer digitalisiert.

Aber wer kann schon wissen, wie die Kommunikationswelt in fünf, zehn oder zwanzig Jahren aussehen wird? Das kann sich kein lebender Mensch realistisch vorstellen.

Aber wir leben im Jetzt und müssen mit den Problemen kämpfen, die das Internet heute hat. Doch es hat alle Entwicklungen der Zeit bisher gut gemeistert und wird das sicherlich auch noch in Zukunft tun und so möchte ich enden mit einem Aphorismus über das Internet:

Wer nie sein Brot in Tränen aß, der kennt Euch nicht, Ihr Übertragungszeiten von 20 Bytes pro Sekunde.

A. Die Zeittafel von Hypertext

Die 40er Jahre

1945	Vannevar Bush: „As We May Think“ System zur Verbesserung der Kommunikation und Information von Wissenschaftlern

Die 60er Jahre

1960	Erstes Textsystem von Ted Nelson
1962	AUGMENT-Projekt von Douglas Engelbart zur Vermehrung des menschlichen Wissens. Teil des Projektes ist das oN-Line System (NLS), ein Hypertext-System zur Verwaltung der Projektdokumente
1965	Ted Nelson erfindet das Wort Hypertext
1966	Beginn des Xanadu-Projekts von Ted Nelson: ein Aufbewahrungsort für alle Literatur, die jemals auf der Welt geschrieben wurde
1967	Hypertext Editing System (HES) von Andries van Dam: Verzweigungen innerhalb des Textes, Hauptaugenmerk auf Papierausdruck
1968	File Retrieval and Editing System (FRESS) von Andries van Dam: Multiuser Hypertext-System mit uni- und bidirektionalen Links

Die 70er Jahre

1972	ZOG (Carnegie Mellon University): Rahmen mit fixer Größe und Links zwischen den einzelnen Rahmen
1975	KMS (Knowledge Management System): Weiterentwicklung von ZOG mit besserer Performance und gutem User Interface
	Ende des AUGMENT-Projekts
1978	Aspen Movie Map: erste Hypermedia Anwendung der Welt

Die 80er Jahre

1982	Symbolics Document Examiner: das Benutzerhandbuch der Symbolics Workstation wird als Hypertext umgesetzt
	Guide (University of Kent): Einbettung der Links in die Startseite
1983	HyperTIES (University of Maryland): erstes großes Hypertext-System für den PC
1985	Notecards (Xerox PARC): Karten für verschiedene Applikationen, außerdem leichtes Navigieren durch Browser Cards
1985 Forts.	InterMedia (Brown University): multimediale Fähigkeiten und Übersichtsseiten (web views)

1987	Hypercard (Apple): Karten ähnlich KMS und NoteCards, kostenlose Verbreitung
	Hypertext'87 Konferenz an der University of North Carolina
1988	Erster europäischer Hypertext Workshop in Aberdeen
1989	Entwicklung des World Wide Web durch Tim Berners-Lee am CERN
	Erste europäische Hypertext Konferenz, Hypertext'2, an der University of York

Die 90er Jahre

1990	ECHT'90 in Paris
1991	Hypertext'91 in San Antonio: erste internationale Präsentation des WWW
1992	ECHT'92 in Mailand
1993	Hypertext'93 in Seattle
1994	ECHT'94 in Edinburgh
1996	Hypertext'96 in Washington D.C.

B. Die Zeittafel des Internet

Die 50er Jahre

1957	UdSSR startet ersten Satelliten (Spuktnik), als Reaktion gründet das amerikanische Verteidigungsministerium (Department of Defense, DoD) die Advanced Research Projects Agency (ARPA)

Die 60er Jahre

1962	**Paul Baran** (RAND Corporation) veröffentlicht „On Distributed Communications Networks“: Theorie über paketvermittelnde Netzwerke
1967	Association of Computing Machinery (ACM) Symposium über „Operating Principles“: Plan für ein paketvermittelndes Netzwerk, erster Entwurf für das **ARPANET** ARPA beschließt Entwicklung von Interface Message Processors (IMP) zur Verbindung der Hostcomputer
1968	Request for Quotation zum Bau der IMPs National Physics Laboratory (Großbritannien) baut das erste Testnetzwerk mit Paketvermittlung

1969	Bolt, Beranek und Newman (BBN) bauen ersten Interface Message Procesor (IMP) Erster Knoten des ARPANET an der University of California at Los Angeles (UCLA) Durch IMPs werden Computer an drei weiteren Universitäten an das ARPANET angeschlossen: Stanford Research Institute (SRI), University of California at Santa Barbara (UCSB), University of Utah. Steve Crocker schreibt den ersten „Request for Comment“ (RFC) über „Host Software“. In diesem Jahr werden die RFC’s 1 - 25 veröffentlicht

Die 70er Jahre

1970	Rechner des ARPANET beginnen, das Network Control Protocol (NCP) zu verwenden (RFC 55 und 60) Veröffentlichung der RFCs 28 - 85.
1971	Am ARPANET hängen mittlerweile 15 Knoten mit insgesamt 23 Rechnern. Die Knoten sind bei: UCLA, SRI, UCSB, U of Utah, BBN, MIT, RAND, SDC, Harvard, Lincoln Labs, Stanford, UIU(C), CWRU, CMU, NASA/Ames
1971 Forts.	Erste Telnet und FTP Spezifikationen Terminal IMP (TIP) zus+tzlich zu IMP verwendet Veröffentlichung der RFCs 86 - 287.

1972	Erste öffentliche Präsentation des ARPANET in Washington im Rahmen der International Conference on Computer Communications Internetworking Working Group (INWG) entsteht, um neue Netzwerke an das ARPANET anzuschließen RFCs 288 - 2433
1973	Erste internationale Knoten des ARPANET: University College of London (Großbritannien), Royal Radar Establishment (Norwegen) Endgültige Spezifikationen des File Transfer Protocol (RFC 542) und Telnet Protocol (RFC 495) Erste Erwähnung des „internet problem“ und erster Entwurf des Transmission Control Protocol Veröffentlichung der RFCs 434 - 606
1974	Die Spezifikation des Transmission Control Protocol wird als RFC 675 herausgegeben Veröffentlichung der RFCs 607 - 675
1975	Übergabe der Kontrolle des ARPANET von der ARPA an die Defense Communications Agency (DCA) Erstes kommerzielles paketvermittelndes Netzwerk: Telenet Veröffentlichung der RFCs 677 - 707
1976	Pakete können im Packet Radio Network (PRNET) über CB-Funk und im Atlantic Packet Satellite Network (SATNET) über Satellit übertragen werden Entwicklung von UUCP (Unix-to-Unix Copy) Veröffentlichung der RFCs 708- 722

1977	Der „94.000 Meilen Test“: eine Nachricht von einem fahrenden Bus bei San Francisco reist über PRNET, ARPANET und SATNET nach England, von dort wieder zurück über SATNET und ARPANET zur University of Southern California Trennung von TCP in ein Internet Protocol (IP) und ein Transmission Control Protocol (TCP), außerdem wird das User Datagram Protocol (UDP) entwickelt Spezifikation für den Austausch von e-Mails im ARPANET (RFC 733) Vertrieb von UUCP gemeinsam mit der UNIX Version von AT&T Veröffentlichung der RFCs 724 - 743
1978	Erweiterung von UUCP auf Dateienübertragung Veröffentlichung der RFCs 744 - 751
1979	Einrichtung des Internet Configuration Control Board (ICCB) zur Weiterentwicklung von TCP/IP Geburt des USENET: Austausch von news mittels UUCP. Die ersten beiden Rechner stehen an der Duke University und der University of North Carolina Erster Vorschlag für ein Wissenschaftsnetzwerk geht an die National Science Foundation Veröffentlichung der RFCs 752 - 758

Die 80er Jahre

1980	Das Department of Defense übernimmt TCP und IP als Standard Das Wissenschaftsnetzwerk CSNET (Computer Science Network) wird entwickelt und soll zur Übertragung der Pakete TCP/IP verwenden Das USENET wird auf 15 Hosts erweitert, A News anstatt des

	Shellscripts
	Veröffentlichung der RFCs 759 - 775
1981	CSNET nimmt den Betrieb auf
	BITNET entsteht und verbindet IBM-Mainframe Computer durch das NJE Protokoll (erste Verbindung zwischen City University of New York und Yale University)
	Erster Plan für ein österreichisches Netzwerk: ACONET (Akademisches Computer Netz)
	Department of Defense entscheidet sich für TCP/IP für alle militärischen Netzwerke
	Erster Plan zur Umstellung aller Rechner im ARPANET von NCP auf TCP/IP
	Veröffentlichung der RFCs 776 - 804
1982	Komplette Umstellung des ARPANET im Laufe des Jahres von NCP auf TCP/IP
	EUnet der European Unix Users Group (verwendet UUCP)
	Neue e-Mail-Spezifikation zur Übertragung von Nachrichten zwischen verschiedenen Netzwerken (RFC 822)
	Veröffentlichung der RFCs 805 - 835
1983	NCP verschwindet
	Trennung des MILNET vom ARPANET
	Unix BSD 4.2 enthält Software für TCP/IP
1983	Internet Configuration Control Board wird in Internet Activites
Forts.	Board (IAB) umbenannt
	FidoNet verbindet MS-DOS Computer
	Eauropean Academic Research Netweork (EARN) als europäische Vartiante des BITNET

	ACONET errichtet Testnetzwerk zwischen Graz, Linz und Wien
	Veröffentlichung der RFCs 836 - 892
1984	Japan Unix Network (JUNET)
	1.000 Hosts im ARPANET
	Domain Name System (DNS) wird entwickelt
	Veröffentlichung der RFCs 893 - 929
1985	TU Wien bekommt Anschluß an EUnet und Uni Linz an EARN
	Beschluß zum Bau von 5 Supercomputerzentren der NSF und Verbindung dieser durch ein Netzwerk
	Veröffentlichung der RFCs 930 - 970
1986	NSFNET entsteht (56 Kbps)
	Mail Exchanger zum Austausch von e-Mails mit Netzwerken ohne IP-Adressierung
	Network News Transfer Protocol (NNTP) zur Übertragung der .USENET news über TCP/IP
	USENET bekommt 7 neue Oberhierarchien
	5.000 angeschlossene Rechner
	Veröffentlichung der RFCs 971 - 995
1987	Beschluß zum Ausbau des NSFNET auf 1,544 Mbps
	1000ster Request for Comment
	28.000 angeschlossene Rechner
	Veröffentlichung der RFCs 996 - 1037
1988	Erste internationale Verbindungen des NSFNET: Kanada, Dänemark, Finnland, Frankreich, Island, Norwegen, Schweden
	FidoNet bekommt Gateway zum NSFNET
	Kreierung der „alt.“ Newsgroups
	Internet Worm legt das Netz lahm

	Internet Relay Chat entwickelt 60.000 angeschlossene Rechner Veröffentlichung der RFCs 1038 - 1086
1989	MCIMail und Compuserve bekommen Gateways zum NSFNET BITNET und CSNET verschmelzen zur Corporation for Research and Education Networking (CREN) Gründung der Internet Engineering Task Force (IETF) und der Internet Research Task Force (IRTF) NSFNET beschließt Verbesserung der Geschwindigkeit auf 45 Mbps Geburt des World Wide Web Anschluß an das NSFNET: Australien, Neuseeland, Mexiko, Puerto Rico, Japan, Israel, Deutschland, Großbritannien, Niederlande 160.000 angeschlossene Rechner Veröffentlichung der RFCs 1087 - 1138

Die 90er Jahre

1990	Auflösung des ARPANET archie zur Suche von FTP-Dateien Anschluß an das NSFNET: Argentinien, Brasilien, Chile, Indien, Südkorea, Belgien, Griechenland, Irland, Spanien, Schweiz, Österreich 313.000 angeschlossene Rechner Veröffentlichung der RFCs 1139 – 1197
1991	Commercial Internet Exchange (CIX) zur Umgehung der kommerziellen Beschränkungen des NSFNET

	Gopher und WAIS werden vorgestellt
	Ausbau des NSFNET auf 45 Mbps wird abgeschlossen
	Anschluß an das NSFNET: Koratien, Tschechien, Ungarn, Polen, Südafrika, Tunesien, Hong Kong, Singapur, Taiwan
	617.000 angeschlossene Rechner
	Veröffentlichung der RFCs 1198 - 1291
1992	Gründung der Internet Society (ISOC) zur Weiterentwicklung des Internet
	IAB wird zu Internet Architecture Board umbenannt und zusammen mit IETF und IRTF eine Unterorganisation der ISOC
	Erste Multicasting Übertragung
	Suchhilfe Veronica für Gopher
	Multipurpose Mail Extensions (MIME) ermöglichen Übertragung von Graphiken, Ton, etc... über e-Mails
	Anschluß an das NSFNET: Estland, Lettland, Kamerun, Kuwait, Malaysia, Thailand, Ecuador, Venezuela, Luxemburg, Slowakei, Slowenien, Zypern
	1 Million angeschlossene Rechner !
	Veröffentlichung der RFCs 1292 - 1386
1993	Internet Protocol Next Generation (IPNg) für ein neues Adressierungsschema vorgeschlagen
	Reorganisation des NSFNET durch Network Access Points
	Internet Network Information Center (InterNIC) stellt Informationen des Internet zur Verfügung
	Erste Übertragung des Internet Talk Radio
	America Online und Delphi bekommen Internet Zugang
1993 Forts.	Anschluß an das NSFNET: Bulgarien, Liechtenstein, Rumänien, Rußland, Türkei, Ukraine, Kasachstan, Fidschi-Inseln, Costa Rica, Peru, Virgin Islands, Ägypten, Ghana, Kenia, Guam, Indonesien,

	Vereinigte Arabische Emirate 2 Millionen angeschlossene Rechner Veröffentlichung der RFCs 1387 - 1562
1994	25. Geburtstag des Internet am 1. September Bau von drei Network Access Points (San Francisco,Chicago, New York) Anschluß an das NSFNET: Algerien, Armenien, Bermudas, Burkina Faso, China, Kolumbien, Jamaica, Libanon, Litauen, Macao, Marokko, Neukaledonien, Nicaragua, Niger, Panama, Philippinnen, Senegal, Sri Lanka, Swasiland, Uruguay, Usbekistan 4 Millionen angeschlossene Rechner Veröffentlichung der RFCs 1563 - 1751
1995	NSFNET wird beendet und die NAPs übernehmen die Backbone-Aufgabe Die Registrierung des Domain-Namens kostet 50 US-Dollar Kommerzielle Dienstanbieter bekommen vollen Anschluß an das Internet 8 Millionen angeschlossene Rechner Veröffentlichung der RFCs 1752 - 1882
1996	Neue Übertragungsmethoden (ATM, ADSL, Kabelfernsehen) versuchen, die Übertragungsgeschwindigkeiten noch weiter zu verbessern 12 Millionen angeschlossene Rechner (Juli) Veröffentlichung der RFCs 1883 - 2025

C. Die Zeittafel des World Wide Web

Die 80er Jahre

1989	Im März verfaßt Tim Berners-Lee vom CERN „Information Management: A Proposal“ mit dem Vorschlag zur Erstellung eines Hypertext-Systems zur Verbesserung des Informationsflusses der Hochenergiephysiker

Die 90er Jahre

1990	Dasselbe Dokument wird im Mai nochmals im CERN in Umlauf gebracht
	Im Oktober wird das Projekt World Wide Web in „WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project“ vorgestellt und gestartet
	Der erste World Wide Web Prototyp wird im November auf einem NeXt Computer installiert
	Die ersten Browser für UNIX (zeilenorientiert) und NeXt Rechner werden im Dezember vorgstellt
1991	Der zeilenorientierte Browser wird zur Verwendung im CERN freigegeben
	Die Browser werden in mehreren Newsgroups vorgestellt und

	können mittels FTP bezogen werden
1991 Forts.	Erste internationale Präsentation des World Wide Web auf der Hypertext'91 Konfernez in San Antonio
	Entwicklung von Hyper-G an der TU Graz
1992	Neue Versionen des zeilenorientierten Browsers (V 1.1 im Jänner, V 1.2 im Februar)
	Zwei graphikorientierte Browser unter X-Windows (Erwise, Viola) werden entwickelt
	Im Herbst bereits Server in 19 Organisationen installiert
1993	Erste Alpha Version von Mosaic for X vom National Center for Supercomputer Applications (NCSA) vorgestellt
	Mosaic für Pcs und Macintosh im September
	HTML 1.0 Spezifikation (Juni)
	HTML+ Vorschlag (November)
	Bereits über 200 Server weltweit (Oktober)
	Mosaic V 2.0 mit Eingabemasken (Novmber)
1994	Das World Wide Web überholt Gopher in der Anzahl der übertragenen Bytes (März)
	Erste internationale WWW Konferent am CERN (Mai): Konzept

	der Virtual Reality Markup Language (VRML)
	Gründung des WWW Consortiums (W3C) durch CERN und MIT
1994 Forts.	Einige Programmierer vom NCSA gründen Mosaic Communications Corp. (jetzt Netscape) und entwickeln den Browser Netscape
	HTML 2.0 Vorschlag (Juli)
1995	Das World Wide Web überholt FTP in der Anzahl der übertragenen Bytes und wird die Nummer 1 unter den Internet-Diensten (April)
	Vorschlag zu HTML 3.0 (März), Entwicklung des Arena Browsers
	HTML 2.0 Spezifikation (November)
	Vorstellung von Java durch Sun Microsystems
1996	Ende von HTML 3.0, stattdessen wird HTML 3.2 gemeinsam mit Browserfirmen entwickelt
	Kommerzialisierung des World Wide Web
	Browserkrieg zwischen Netscape und Microsoft

D. Literaturliste

[Arno94] Arnold S.E.: „Internet 2000. The Path to the Total Network“. Infonortics Ltd. 1994, ISBN 1-873699-08-5

[Bant96] Banta G.: „Internet Pipe Schemes“ in: Internet World, Oktober 1996

[Barg96] Barger, J.: „HyperTerrorist’s Timeline of Hypertext History“. http://www.mcs.net/~jorn/html/net/timeline.html

[BBCH71] Bhushan A., Braden R., Crowther W., Harslem E. et al.: „File Transfer Protocol“. RFC 172, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc172.html

[BeCa90] Berners-Lee, T., Cailliau R.: „WorldWideWeb: Propsal for a HyperText Project“. http://www.w3.ord/pub/WWW/Proposal.html

[Bern89] Berners-Lee, T.: „Information Management: A Proposal“. http://www.w3.org/pub/WWW/History/1989/proposal.html

[Bern92a] Berners-Lee, T.: „Viola Review“. http://www.w3.org/pub/WWW/History/19921103-hypertext/hypertext/Viola/Review.html

[Bern92b] Berners-Lee, T.: „Erwise Review“. http://www.w3.org/pub/WWW/History/19921103-hypertext/hypertext/Erwise/

[Bern92c] Berners-Lee, T.: „W3 Servers“.
http://www.w3.org/pub/WWW/19921103-hypertext/hypertext/Datasources/

[Bern95] Berners-Lee T.: „Hypertext Markup Language - 2.0“.
RFC 1866, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1866.html

[Bern96] Berners-Lee T.: „WWW: Past, Present and Future“.
in: Computer, Vol. 29 No. 10,
IEEE Computer Society, ISSN 0018-9162

[Bhus71] Bhushan A.: „File Transfer Protocol“.
RFC 114, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc114.html

[BoFr92] Borenstein N., Freed N.: „MIME (Multipurpose Internet Mail Extension)“.
RFC 1341, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1341.html

[Bolz93] Bolz N.: „Am Ende der Gutenberg Galaxis“.
Fink Verlag 1993, ISBN 3-7705-2871-9

[BrMa93] Bradner S., Mankin S.: „IP: Next Generation (IPNg) White Paper Solicitation“.
RFC 1550, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1550.html

[Bush45] Bush, V.: „As We May Think“.
in: [Nels87]

[CeDS74] Cerf V., Dalal Y., Sunshine C.: „Specification of Internet Transmission Control Program“.
RFC 675, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc675.html

[CeDS74] Cerf V., Dalal Y., Sunshine C.: „Specification of Internet Transmission Control Program“.
RFC 675, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc675.html

[Cerf93] Cerf V.: „How the Internet Came To Be“.
in: The Online Users Encyclopedia, Addison-Wesley 1993,
gopher://gopher.isoc.org/11/internet/history/How%20Internet%20Came%20To%20Be

[Cerf95] Cerf V.: „Computer Communications Networks“.
http://www.cise.nsf.gov/pub/net/cerf.htm

[Come95] Comer, D.E.: „The Internet Book“.
Prentice-Hall 1995, ISBN 0-13-151565-9

[Conn96a] Connolly D.W.: „HTML DTDs (and other public text)“.
http://www.w3.org/pub/WWW/MarkUp/html-pubtext/

[Conn96b] Connolly D.W.: „HTML 3.0 Draft Materials (Expired!)“.
http://www.w3.org/pub/WWW/MarkUp/html3/“

[CoRa96] Connolly D.W., Raggett D.: „Introducing HTML 3.2“
http://www.w3.org/pub/WWW/MarkUp/Wilbur/

[CPHV77a] Crocker D., Pogran K., Vittal J., Henderson D.: „Proposed Official Standard for the Format of ARPA Network Messages“.
RFC 724, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc724.html

[CPVH77b] Crocker D., Pogran K., Vittal J., Henderson D.: „Standard for the Format of ARPA Network Text Messages“.
RFC 733, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc733.html

[Croc69] Crocker S.: „Host Software“.
RFC 1, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1.html

[Croc70] Crocker S.: „New Host-Host protocol“.
RFC 33, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc33.html

[Croc82] Crocker D.: „Standard for the Format of ARPA Internet Text Messages“.
RFC 822, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc822.html

[DeBr95] De Bra, P.: „History of Hypertext and Hypermedia“.
http://www.win.tue.nl/win/cs/is/debra/cursus/history.html

[DEC96] Digital Equipment Corporation: „Net History“.
http://altavista.software.digital.com/inethistory/nfintro.htm

[Eric96] Erickson T.: „The World-Wide Web as Social Hypertext“.
in: Communications of the ACM, Vol 39. No.1,
Association of Computing Machinery, ISSN 0001-0782

[Fish93] Fisher S.: „Riding the Internet Highway“.
New Riders Publishing 1993, ISBN 1-56205-192-X

[Flus90] Flusser V.: „Die Schrift: Hat Schreiben Zukunft?“.
European Photography 1990, ISBN 3-923283-25-3

[Gils94] Gilster P.: „Der Internet Navigator“.
Hanser Verlag 1994, ISBN 3-446-17702-7

[GoHe95] Goldmann M., Herwig C., Hooffacker G.: „Internet - Per Anhalter durch das globale Datennetz“.
Rowohlt Verlag, 1995, ISBN 3 449 19225 X

[Hard95] Hardy H.E.: „The History of the Net“.
in:The Usenet System, International Teleconferencing Association Yearbook 1993,
http://www.ocean.ic.net/ftp/doc/nethist.html

[HaSt94] Hahn H., Stout R.: „The Internet Complete Reference“.
McGraw-Hill 1994, ISBN 0-07-881980-6

[Haub95] Hauben R., Hauben M.: „Netizen’s: An Anthology“.
http://www.columbia.edu/~rh120/ch0.html

[HoKe89] Holling E., Kempin P.: „Identität, Geist und Maschine“.
Rowohlt Verlag 1989, ISBN 3-499-55499-2

[Horn89] Horn R.E.: „Mapping Hypertext“.
Lexington Institute 1989, ISBN 0-9625565-0-5

[HoSi95] Hofmann M., Simon L.: „Porblemlösung Hypertext“.
Hanser Verlag 1995, ISBN 3-446-17813-9

[Hugh94] Hughes, K.: „Entering the World Wide Web: A Guide to Cyberspace“.
http://www.eit.com/web/www.guide/

[Hunt96] Hunt C.: „TCP-IP Netzwerk Administration“.
O’Reilly 1996, ISBN 3-930673-02-9

[KaLa86] Kantor B., Lapsley P.: „Network News Transfer Protocol“.
RFC 977, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc977.html

[Kali70] Kalin R.: „Simplified NCP“.
RFC 60, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc60.html

[Kern89] Kerner H.: „Rechnernetze nach ISO/OSI, CCITT“.
Manz Verlag 1989, ISBN 3-900934-10-X

[KMT91] Kappe F., Maurer H., Tomek I.: „Hyper-G: Specification of Requirements“.
ftp://iicm.tu-graz.ac.at/pub/Hyper-G/doc/report284.ps

[KNL96] Kantor A., Neubarth M., Loeb L.: „Off the Charts“.
in: Internet World, Vol. 7 No.12,
Mecklermedia Corporation, ISSN 1064-3923

[Krol92] Krol E.: „The Whole Internet User’s Guide and Catalog“.
O’Reilly & Associates 1992, ISBN 1-56592-025-2

[Kuhl91] Kuhlen, R.: „Hypertext: ein nichtlineares Medium zwischen Buch und Wissensbank“.
Springer-Verlag 1991, ISBN 3-540-53566-7

[Kuli94] Kulikowski, S.: „A Timeline of Network History“.
http://info.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/Timeline_of_Network_History

[Kyas94] Kyas O.: „Internet: Zugang, Utilities, Nutzung“
Datacom Verlag 1994, ISBN 3-89238-098-8

[Legg95] Leggott, M.: „Hypermedia & the Net“.
jttp://libwww.stfx.ca/hypermedia/intro/history.html

[Lien96] Lienemann, G.: „TCP/IP-Grundlagen: Protokolle und Routing“.
Heise Verlag 1996, ISBN 3-88229-070-6

[Lott92] Lottor M.: „Internet Growth (1981-1991)“.
RFC 1296, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1296.html

[McKe73] McKenzie A.: „Telnet Protocol Specifications“.
RFC 495, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc495.html

[McLu92] McLuhan M.: „Die magischen Kanäle - Understanding Media“.
ECON Verlag 1992, ISBN 3-430-16404-4

[McLu95] McLuhan M.: „Die Gutenberg-Galaxis: das Ende des Buchzeitalters“.
Addison-Wesley 1995, ISBN 3-89319-999-3

[Meri95] Merit Network Inc.: „Byte Counts by Service“.
http://www.cc.gatech.edu/gvu/stats/NSF/Bytes.GIF

[MeWa71] Melvin J., Watson R.: „First Cut At a Proposed Telnet Protocol“.
RFC 97, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc97.html

[MKNW94] Marine A., Kirkpatrick S., Neou V., Ward C.: „Internet: Getting Started“.
Prentice Hall 1994, ISBN 0-12-289596-X

[Mora94] Moraes M.: „USENET Software: History and Sources“.
http://www.prz.tu-berlin.de/~derek/met/sources/new.uunet.history.htm

[Neig73] Neigus N.: „File Transfer Protocol“.
RFC542, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc542.html

[Nels87] Nelson, T.: „Literary Machines“.
The Distributors 1987, ISBN 0-89347-055-4

[Neum94] Neumann P.G.: „Risks on the Information Superhighway“.
in: Communications of the ACM, Vol. 37 No. 6,
Association of Computing Machinery, ISSN 0001-0782

[Niel90] Nielsen J.: „Hypertext and Hypermedia“.
Academic Press 1990, ISBN 0-12-518410-7

[NSF95] National Science Foundation: „NSFNET Statistics“.
http://www.merit.edu/nsfnet/statistics/

[NW96] Network Wizards: „Internet Domain Survey“.
http://www.nw.com/zone/WWW/top.html

[Ober95] Obermüller E.: „Text und Hypertext“.
Diplomarbeit TU Wien 1995

[Pam96] Pam A.: „Xanadu FAQ“.
http://www.cinemedia.net/xanadu/faq.html

[Part86] Partridge C.: „Mail Routing and the Domain System“.
RFC 974, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc974.html

[Post80a] Postel J.: „DoD standard Internet Protocol“.
RFC 760, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc760.html

[Post80b] Postel J.: „DoD standard Transmission Control Protocol“.
RFC 761, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc761.html

[Post81a] Postel J.: „Internet Protocol“.
RFC 791, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc791.html

[Post81b] Postel J.: „Transmission Control Protocol“.
RFC 792, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc792.html

[Post81c] Postel J.: „NCP/TCP transition plan“.
RFC 801, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc801.html

[Post84] Postel J.: „Domain Name System Implementation Schedule“.
RFC 897, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc897.html

[Pres94] Press L.: „Commercialization of the Internet“.
in: Communications of the ACM, Vol. 37 No. 11,
Association of Computing Machinery, ISSN 0001-0782

[Pres95] Press L.: „McLuhan Meets the Net“.
in: Communications of the ACM, Vol. 38. No.7,
Association of Computing Machinery, ISSN 0001-0782

[Quart90] Quarterman, J.S.: „The matrix: computer networks and conferencing systems worldwide“.
Addison-Wesley 1990, ISBN 1-55558-033-5

[QuCa94] Quarterman J., Carl-Mitchell S.: „The Internet Connection: System Connectivity and Configuration“.
Addison Wesley 1994, ISBN 0-201-54237-4

[Rada91] Rada R.: „Hypertext: from text to expertext“.
McGraw - Hill 1991, ISBN 0-07-707401-7

[Ragg93] Raggett D.: „HTML+ (Hypertext Markup Format)“.
http://www.w3.org/pub/WWW/MarkUp/HTMLPlus/htmlplus_1.html

[Ragg94] Raggett D.: „Extending WWW to support Platform Independent Virtual Reality“
http://vag.vrml.org/www-vrml/concepts/raggett.html

[Reib95] Reibold H.: „World Wide Web. Netsurfen am PC“.
tewi Verlag 1995, ISBN 3-89362-412-0

[RePo87] Reynolds J., Postel J.: „The Request for Comments Reference Guide“.
RFC 1000, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1000.html

[Rick96] Rickard J.: „Internet Architecture“.
http://www.boardwatch.com/isp/archit.htm

[Sche94] Scheller M.: „Internet: Werkzeuge und Dienste“.
Springer Verlag 1994, ISBN 3-540-57968-0

[ShKe89] Shneiderman B., Kearsley G.: „Hypertext Hands-On!“.
Addison Wesley 1989, ISBN 0-201-13546-9

[Sterl93] Sterling B.: „Short History of the Internet“.
in: The Magazine of Fantasy and Science Fiction, Februar 1993,
gopher://gopher.well.sf.ca.us/00/Publications/authors/Sterling/fsf/internet.fsf

[Sull71] O’Sullivan T.: „Telnet Protocol: A Proposed Document“.
RFC 158, http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc158.html

[SUN96] Sun Microsystems Inc.: „The Java Language: A White Paper“.
http://java.sun.com/java/java-whitepaper/index.html

[Szil95] Szillat H.: „SGML: Eine Einführung“.
International Thomson Publishing 1995, ISBN 3-929821-75-3

[Wein94] Weingarten F.W.: „Public Interest and the NII“.
in: Communications of the ACM, Vol. 37 No. 3,
Association of Computing Machinery, ISSN 0001-0782

[Wolf95] Wolf G.: „The (Second Phase of the) Revolution Has Begun“.
http://www.hotwired.net/wired/2.10/features/mosaic.html

[Zako96] Zakon R.: „Hobbes’ Internet Timeline“.
http://info.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html